

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie
der Freien Universität Berlin
Direktor Professor Dr. E. Künzel
Abteilung für Veterinär-Histologie und -Entwicklungslehre

**DIE ANGIOARCHITEKTUR DER
SCHLEIMHAUT DES ANOREKTALGEBIETES
BEI HUND UND SCHWEIN.**

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
durch die Veterinärmedizinische Fakultät
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Klaus Tiedemann

Tierarzt aus Gardelegen

Berlin 1968

Druck:
ERNST-REUTER-GESELLSCHAFT
der Förderer und Freunde der Freien Universität Berlin e. V.
DISSERTATIONS-DRUCKSTELLE
1 Berlin 33, Garystr. 45

Aus dem Institut für Veterinär-Anatomie
der Freien Universität Berlin
Direktor Professor Dr. E. Künzel
Abteilung für Veterinär-Histologie und -Entwicklungslehre

DIE ANGIOARCHITEKTUR DER SCHLEIMHAUT DES ANOREKTALGEBIETES BEI HUND UND SCHWEIN.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades
eines Doktors der Veterinärmedizin
durch die Veterinärmedizinische Fakultät
der Freien Universität Berlin

vorgelegt von

Klaus Tiedemann

Tierarzt aus Gardelegen

Berlin 1968



Dekan: Prof. Dr. G. Bergmann
Referent: Prof. Dr. E. Künzel
Korreferent: Prof. Dr. G. Wittke

Tag der mündlichen Prüfung: 5.7.1968

Tag der Promotion: 5.7.1968

26. SEP. 1968

Inhaltsübersicht

	Seite
I Einleitung und Literaturübersicht . . .	1
II Material und Untersuchungsmethoden . .	3
III Eigene Untersuchungen	6
a) Hund	6
b) Schwein	16
IV Diskussion	26
V Zusammenfassung	33
VI Literaturverzeichnis	34
Bildmaterial	37
Lebenslauf	50



Digitized by the Internet Archive
in 2026

E I N L E I T U N G u. L I T E R A T U R Ü B E R S I C H T

Während die Analregion des Menschen eingehend untersucht ist, ist die Kenntnis über den Anus der Haussäugetiere recht lückenhaft. Die Angioarchitektur der Analschleimhaut, den Medizinern schon seit langem in ihren Grundzügen bekannt, ist in der veterinärmedizinischen Literatur nur in wenigen Sätzen abgehandelt; neuere Arbeiten fehlen gänzlich.

Mensch und Schwein sind in verschiedenen morphologischen Besonderheiten ähnlich. Da beide Omnivoren sind, liegt es nahe, die Bauprinzipien - hier die Analschleimhautgefäße - beider miteinander zu vergleichen. Beim Menschen sind Glomerula venosa haemorrhoidalia inmitten des Corpus cavernosum recti durch St e l z n e r, S t a u b e s a n d und M a c h l e i d t (1962) beschrieben worden. Sie stellen möglicherweise eine zusätzliche Verschlusseinrichtung dar, die vielleicht durch den aufrechten Gang des Menschen bedingt ist. Beim Schwein ist über eine ähnliche Gefäßsituation nichts bekannt. Der Hund, der auch aus Gründen des Vergleichs als weiterer Quadrupede untersucht wurde, zeigt hinsichtlich der Kotkonsistenz und der Defäkation Ähnlichkeiten mit dem Menschen. Bei ihm werden Gefäßverhältnisse beschrieben, die an die des Menschen erinnern.

Über die Angioarchitektur der Schleimhaut des Anorektalgebietes bei Hund und Schwein sind die Literaturangaben spärlich. O r t m a n n (1960) berichtet von Blutsinus in der Zona columnaris des Schweines. Das Vorhandensein eines Plexus haemorrhoidalis ist in seiner Tabelle beim Schwein bejaht und ist beim Hund als nicht sicher angegeben. Ein "venöses Schwellnetz" wird in der gleichen Zone bei Schwein und Fleischfresser von T r a u t m a n n - F i e b i g e r (1949) und K r ö l l i n g - G r a u (1960) genannt. In einer früheren Arbeit schrieb G r a u (1935), daß in den Wülsten der kutanen Schleimhaut des Hundeafters viele feinste Blutgefäße liegen, deren venöse Anteile sinuöse Erweiterungen aufweisen. In den Untersuchungen von H u g h e s und D r a n s f i e l d (1959) über die Blutgefäßversor-

gung der Hundehaut wird in der Zona intermedia des Anus eine sehr reiche Vaskularisation in der Form des für kutane Schleimhäute typischen Gefäßmaschenwerkes beschrieben.

H a p k e , der 1957 die venösen Analgefäße beim Schwein an Korrosionspräparaten untersuchte, fand einen aus klappenhaltigen Gefäßnetzen bestehenden Plexus haemorrhoidalis venosus, der, mehreren widersprüchlichen Angaben zufolge, kranial der Linea anorectalis in der Submukosa beginnt und bis in die Zona cutanea reicht.

Die Ansicht von C l a r a (1956), der ohne Speziesangabe in der Pars columnaris ani variköse Venengeflechte beschreibt, die einen Plexus haemorrhoidalis internus bilden, findet sich in ähnlicher Form auch in den älteren Arbeiten. Die Beschreibung im Handbuch der vergleichenden Anatomie der Haustiere von E l l e n b e r g e r - B a u m (1943), nach der sich bei Hund und Schwein in der Zona columnaris "oberflächlich gelegene, eine Art Schwellkörper bildende große, weite Blutsinus" finden, deckt sich mit der aus dem Handbuch der vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere von E l l e n b e r g e r (1911). Die dieser Beschreibung zugrunde liegende Untersuchung dürfte von M l a d e n o - w i t s c h (1907) stammen. Dieser sah beim Schwein viele weite Blutgefäße, die einen Schwellkörper darstellen. Beim Hund beschreibt er sehr viele dünnwandige weite Blutgefäße - Blutsinus - die "eine Art Schwellkörper" bilden. Z i m - m e r m a n n (1904), der die anderen Autoren stark beeinflusst zu haben scheint, berichtet nach makroskopischer Untersuchung am lebenden Hund von Kolumnen, deren Schwellräume sich nach manueller Kompression stark mit Blut füllen.

Diesen Befunden, die meistens nicht auf Grund von Gefäßinjektionen erhoben wurden, steht nur die Aussage von O t t a v i a n i (1939) entgegen, der über die Analregion des Hundes schreibt, daß sich keine echten Corpora cavernosa nach S t i e v e finden.

MATERIAL UND UNTERSUCHUNGSMETHODEN

Die untersuchten 27 Hunde und 21 Schweine waren in Tierkliniken getötet worden bzw. in Mästereien oder auf dem Transport gestorben und bis auf 6 Schweine nicht ausgeblutet. Es wurden männliche und weibliche Tiere unterschiedlichen Alters untersucht. Die Hunde gehörten verschiedenen Rassen an, die Schweine waren Deutsche Veredelte Landschweine, 10 - 100 Kilogramm schwer.

Einige Tiere wurden zur Übersicht über das Verhalten der größeren Gefäße von der Aorta abdominalis aus mit "Latex" oder mit "Tensolciment" injiziert. Dabei erwies sich Tensolciment als unbrauchbar für die Darstellung von feineren Schleimhautgefäßen, während es die Gefäße im festeren Gewebe sehr gut füllte.

Die meisten Präparate wurden durch Gefäßinjektion mit Berlinerblaugelatinelösung oder Tuschelösungen hergestellt (Hammersen und Staubesand 1961).

Die Tiere wurden 2-8 Stunden post mortem kaudal der Nieren quer durchgetrennt. Durch in die Arteria mesenterica caudalis und in die Arteriae iliacae internae eingebundene Knopfkanülen wurden zur Vordurchspülung mit einer großen Impfsierspritze folgende körperwarme Lösungen gespritzt, bis sie ohne Blutbeimengung aus der Vena cava caudalis und Vena colica sinistra wieder abflossen:

Periston oder

filtriertes Schafserum oder

physiologische Kochsalzlösung, die nach einer Anregung von R o l l h ä u s e r , K r i z und H e i n k e (1964) zur Vermeidung von Ödembildung einen Zusatz von 1% Glyzerin enthält.

Ich verwendete meistens Periston. Ohne Vordurchspülung vorgenommene Tuscheinjektionen führen zu schlechten Ergebnissen.

Als Injektionsgut benutzte ich folgende körperwarme Gemische:

a) Perlтусche (Günther Wagner), mit physiologischer Kochsalzlösung im Verhältnis 1:1 oder 1:3, mit Periston 1:1 oder 1:1,5 verdünnt.

b) Perlтусche + Schafserum 1:2.

c) Zwei Teile Skribtol + ein Teil 20%ige Gelatinelösung (R o l l h ä u s e r , K r i z u n d H e i n k e).

Diese Injektionsgemische wurden mehrmals filtriert. Als Netzmittel setzte ich ihnen Tween 80 zu, und zwar nach S t a u b e s a n d u n d S t o e c k e n i u s (1957) 1 Tropfen pro 10 ml Injektionsmasse. Ferner benutzte ich:

d) Berlinerblaugelatinelösung: 315 ml gesättigte wässrige Berlinerblau-Lösung + 60 g Gelatine + 60 ml Glyzerin, in der Wärme filtriert. (Nach H a m m e r s e n u n d S t a u b e s a n d , etwas modifiziert).

e) Zinnobergelatinelösung (nach S t a u b e s a n d u n d H a m m e r s e n 1956): 50 ml physiologische Kochsalzlösung + 48 g Zinnober + 15 g Gelatine, unfiltriert.

Dieses letzte Gemisch wurde in geringerer Menge nachinjiziert, wenn eine unter a-d genannte Lösung das Injektionsgebiet erreicht hatte und reichlich aus den Venen abfloß. Unmittelbar vor der Injektion der Zinnobergelatinelösung wurden diese Venen ligiert, um anschließend kleinere Gefäße im Injektionsgebiet mit Hilfe des nun ansteigenden Druckes noch zu füllen. Das Zinnobergelatinemisch ist so viskös und grobdispers, daß es, das erste Injektionsgut vor sich herschiebend, nur bis in die Arteriolen gelangt. Zweck dieser Doppelinjektion ist, im Aufhellungspräparat Arterien und Venen leichter unterscheidbar zu machen. Allerdings besitzt die Zinnobergelatine den Nachteil, öfter zu Gefäßrupturen zu führen, außerdem verfärbt sie viele der Flüssigkeiten, in die die Präparate später verbracht werden.

Nach dem Erkalten der Zinnobergelatinelösung wurde der Anus zusammen mit einem Teil des Rektums herausgeschnitten, längs aufgeschnitten und flach auf Kork gespannt. Nach Fixation in 10%igem und 5%igem Formol (je 24 Std.) und anschließender

Wässerung wurden aus dem Anus für die Paraffineinbettung Stückchen herausgeschnitten, der Rest wurde nach S p a l t e h o l z aufgehellt. Das Bleichen in H_2O_2 entfiel, da es die Farben wegbleichte. Die aufzuhellenden Präparate kamen je 24 Std. in 70, 80, 90 und 100%igen Alkohol, danach einen Tag in Benzol und schließlich in eine Mischung aus drei Teilen Wintergrünöl und einem Teil Benzylbenzoat. Scheibchen aus Aufhellungspräparaten wurden teils von Hand geschnitten, teils goß ich die öligen Schleimhautstückchen ohne Vorbehandlung in Paraffin ein, um sie auf dem Mikrotom in 60 bis $120\mu m$ starke Schnitte zerlegen zu können.

Von den nicht aufgehellten Stückchen wurden möglichst lückenlose Serien von 7- $10\mu m$ starken Paraffinschnitten angefertigt und mit Hämalun-Erythrosin, Trichrom oder Kernechtrot gefärbt. Es zeigte sich, daß 4-8 Stunden tote Tiere besser injiziert waren als frischere oder ältere Objekte (siehe Angaben von R o l l h ä u s e r , K r i z und H e i n k e , und S c h u m m e r 1935 und 1951). Mehr als 24 Stunden tote Tiere waren unbrauchbar, da schon die Vordurchspülung zu Extravasaten und umfangreichen Ödemen führte. Die mit Berlinerblaugelatinelösung injizierten Präparate sind übersichtlicher als die mit Tusche oder Skribtol injizierten, allerdings füllte die Berlinerblaugelatinelösung selten ein Gebiet vollständig, was besonders beim Schwein zu beobachten war. Die mehr für Auflichtmikroskopie geeignete Tuschelösung führte zu befriedigenderen Gefäßfüllungen als die Berlinerblaugelatinelösung, allerdings treten bei ihrer Benutzung häufiger Extravasate auf; außerdem verdeckt sie im histologischen Schnitt oft störend die Gefäßwand. Mit der von S t a u b e s a n d und H a m m e r s e n durchgeführten Injektion von Ehrlich'schem Haematoxylin (Methode nach Grant) hatte ich keinen Erfolg, das Haematoxylin färbte zwar einen Teil der Rektalschleimhaut, gelangte aber kaum in die Analschleimhaut.

Die angegebenen Gefäßdurchmesser wurden mit einem Okularmikrometer ohne Berücksichtigung fixationsbedingter Volumenänderungen gemessen. Obwohl den Zahlenangaben zahlreiche Messungen zugrunde liegen, sollen sie nur zur Orientierung über die Größenverhältnisse dienen.

III

H u n d

Zur makroskopischen Situation der Gefäße:

Die Arteria rectalis cranialis (aus der Arteria mesenterica caudalis) versorgt das gesamte Rektum. Wenige Zentimeter kranial der Linea anorectalis senken sich ihre erst subserös verlaufenden Äste in die Submukosa, wo sie etwa an der Linea anorectalis mit einem Kaliber von meistens um $60\text{ }\mu\text{m}$ ($45\text{--}200\text{ }\mu\text{m}$) mit Ästen der Arteriae rectales caudales anastomosieren. Die paarige Arteria rectalis caudalis (aus der Arteria pudenda interna oder aus der Arteria perinealis, die aus der Arteria glutea caudalis entspringt) vaskularisiert den Anus, Teile der perianalen Haut und den Musculus levator ani. Die feine und nicht immer aufzufindende Arteria rectalis media (R a u c h 1963) kann einen Teil der ventrolateralen Rektumwand versorgen, sie ist für das Anorektalgebiet ohne Belang.

Die Venen des Anorektalgebietes (N i c k e l 1934) stellen porto-cavale Anastomosen dar: die Vena rectalis cranialis führt das Blut aus dem Rektum über die Vena colica sinistra zur Pfortader; in der Analsubmukosa anastomosiert sie dorsal mit den unkonstanten Venae rectales mediales und ventral mit den Venae rectales caudales, die über die Venae pudendae internae zur kaudalen Hohlvene laufen.

E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N

Rektum

Das Gefäßverhalten im Rektum wurde nur in den nahe dem Anus gelegenen Abschnitten untersucht.

Die sich dichotom verzweigenden submukösen Äste der Arteria rectalis cranialis haben einen kaudovertralen Verlauf. Durch ihre häufigen Querverbindungen bilden sie ein großmaschiges submuköses Netz, dessen Gefäße etwa $60\text{--}160\text{ }\mu\text{m}$ stark sind.

Die sich hieraus entwickelnden Arterienzweige sind zunächst leicht gekrümmt und wenden sich, oft schraubenähnlich

gewunden, dem Darmlumen zu, wobei sie einige ebenfalls geschlängelte Zweige abgeben, die sich kurz unterhalb der Muscularis mucosae bis auf die Stärke von Arteriolen verjüngen.

Die Arteriolen durchbohren meistens auf kürzestem Wege die Muscularis mucosae, wobei sie ein Kaliber von 14-40 μm haben (Abb.1 u.2). Beim Durchtritt weisen die Arteriolen noch eine deutliche Ring- und Längsmuskulatur auf, die sie jedoch nach kurzem Verlauf in der Propria mucosae, gewöhnlich noch in deren unterem Drittel, verlieren. Am Grunde der Lieberkühn'schen Krypten entlassen die Arteriolen unter baumwipfelartiger Verzweigung Kapillaren mit einem Durchmesser von meistens 7-8 μm .

Die Kapillaren der Propria mucosae bilden zwei Geflechte (Abb.2). Ein Kapillargeflecht liegt am Grunde der Lieberkühn'schen Krypten. Seine Existenz ist besonders bei unvollständigen Injektionspräparaten auffällig, da es sonst von venösen Gefäßen verdeckt wird (Abb.1). Aus diesem Geflecht steigen in den Bindegewebszwickeln zwischen den Krypten gestreckt verlaufende Kapillaren, die untereinander mäßig anastomosieren, zur Schleimhautoberfläche auf. Dort speisen sie das zweite, flachere Geflecht, dessen epithelnaher Anteil als Oberflächenkapillarnetz die Mündungen der Glandulae intestinales umgibt. (Abb.3). Auf den ersten Blick scheinen diese Mündungen von einem doppelten bis dreifachen Kapillarring umgeben zu sein. Bei stärkerer Vergrößerung zeigt sich jedoch, daß jede Kryptenmündung von nur einem polygonalen Ringgefäß eingefasst wird (Abb.4). Die an Bienenwaben erinnernden Ringgefäße liegen nicht ganz in einer Ebene und sind in ihren Ecken an den Zu- und Abflüssen etwas nach unten eingezogen. Dicht unter den Ringgefäßen liegen zahlreiche Anastomosen der zuführenden Kapillaren, die bei schwächerer Vergrößerung den Eindruck jenes Doppelringes entstehen lassen.

Die sich aus den Kapillaren entwickelnden Venülen, deren Durchmesser schon kurz unter der Schleimhautoberfläche auf 18-25 μm anwächst, nehmen in ihrem senkrechten Verlauf zwischen den Darmkrypten meistens noch ein bis drei gleichartige Gefäße auf, ehe sie in ein großmaschiges Venülnetz einmünden, das zur Schleimhautoberfläche parallel

abgebildet ist, weniger regelmäßige Maschen besitzt als das Oberflächenkapillarnetz und kurz über der Muscularis mucosae zwischen den Kryptenenden liegt (Abb.5). Die hier durchschnittlich um $40\text{ }\mu\text{m}$ starken Venülen weisen eine nur sehr spärliche Gefäßmuskulatur auf. Die vier- bis siebeneckigen Venülnetzmaschen sind so groß, daß etwa 10 - 20 Darmkrypten von einer Masche eingefasst werden. Die aus den oberen Schleimhautschichten kommenden Venülen münden bevorzugt in die etwas zum Darmlumen hochgezogenen Ecken der Netzmaschen. Die Abflüsse aus diesem Venülnetz sind zahlenmäßig wesentlich geringer als die die Muscularis mucosae durchbohrenden Arteriolen. Sie besitzen beim Eintritt in die Submukosa ein Lumen von etwa $50 - 100\text{ }\mu\text{m}$ Durchmesser, in der Muscularis mucosae sind sie oft bis auf $15\text{ }\mu\text{m}$ eingengt.

Unter rascher Zunahme der Wandmuskulatur werden die Venülen zu kleineren und mittleren Venen, die schräg in die Zweige der großen submukösen Sammelvenen einmünden, nachdem sie Zuflüsse benachbarter Venen aufgenommen haben.

Die großen submukösen Venen enthalten Venenklappen. Sie begleiten eng die vernetzten submukösen Arterien und bilden selbst ein Netz, dessen Gefäße etwa doppelt bis fünfmal so stark sind wie die großen submukösen Arterien.

Eine Abweichung vom Gefäßverlauf zeigt sich da, wo die von M l a d e n o w i t s c h und S z e n t - G y ö r g y i (1913) beschriebenen Solitärfollikel liegen (Abb. 6 u. 7). Über der Mitte der meistens submukös gelegenen, im Querschnitt bohnenförmigen Solitärfollikel ist die Schleimhaut kraterförmig eingezogen. Die Darmkrypten werden in der Schleimhauzeinziehung kleiner und fehlen am Kraterboden ganz, so daß hier das lymphatische Gewebe direkt unter dem Oberflächenepithel liegt. - Die Blutgefäße eines solchen Solitärfollikels sind, abgesehen von den Kapillaren, mantelartig um den Follikel herum angeordnet, nur unter dem Oberflächenepithel fehlt dieser Gefäßmantel. Großkalibrige submuköse Arterien versorgen die unteren Drittel des Follikels, das darmlumenwärts gelegene Drittel wird von Gefäßen aus der Propria mucosae vaskularisiert. Dicht am Follikel haben sich die Äste der Arterien bis auf Arteriolenstärke verjüngt. Die

in den Follikel eindringenden Gefäße sind fast ausnahmslos dünne Kapillaren. Sie verlaufen im Follikel strahlenartig. Am Kratergrund stehen sie im Zusammenhang mit einem unregelmäßigen Kapillarnetz, das mit dem Oberflächenkapillarnetz der Rektalmukosa verbunden ist. Die Venülen bilden ein besonders am Follikelboden deutlich ausgeprägtes Netz, das in der Propria mucosae in das ihm ähnliche Rektalvenülnetz übergeht. Auch die aus den Venülen hervorgehenden submukösen Venen vernetzen sich und verstärken den den Follikel umgebenden Gefäßmantel.

Kleinere Solitärfollikel lassen bei sonst ähnlicher Gefäßarchitektur den nabelartigen Schleimhautkrater vermissen; sie werden völlig von den Darmkrypten bedeckt.

Im Aufhellungspräparat fallen die Lymphfollikel des Rektums weniger durch ihr charakteristisches Gefäßbild als durch ihre schwache Vaskularisation auf; sie sind - im Gegensatz zu den entsprechenden Follikeln beim Schwein - als deutlich hellere Stellen von ihrer Umgebung abgesetzt.

Zona columnaris

Die kraniale Grenze der Zona columnaris aufzufinden, ist durch den Wechsel vom einschichtigen Zylinderepithel zum geschichteten Plattenepithel an der Linea anorectalis unproblematisch. Schwieriger auffindbar ist ihre kaudale Grenze zur Zona intermedia, die Linea sinuosa analis. Da sich auch bei Z i m m e r m a n n , M l a d e n o w i t s c h , und O r t m a n n (1960) keine klaren Angaben über diese Grenze finden, nehme ich sie in Höhe der kaudalen Buchten der Sinus anales an. Diese Buchten liegen zwischen den Kaudalenden der Hauptkolumnen (Z i m m e r m a n n) und unterminieren die Schleimhaut einige Millimeter. Sie sind besonders reich an lymphatischem Gewebe, welches vorzugsweise die in der gesamten Zona columnaris anzutreffenden Proktodäaldrüsen umgibt. Letztere werden in den veterinärmedizinischen Lehrbüchern Analdrüsen genannt. Dieser Ausdruck ist aber un- zweckmäßig, da ja zum Beispiel auch die Zirkumanaldrüsen und die Analbeutel mit ihren Drüsen "Anal"-Drüsen sind (sie-

he auch Z i m m e r m a n n , S c h a f f e r 1940 und O r t m a n n). Die Muscularis mucosae ist nur in den Hauptkolumnen zu finden, ihre vom Rektum her kaudal ziehenden dünnen Fasern enden etwa an den Kaudalenden der Hauptkolumnen.

Die Zona columnaris wird von Ästen der Arteriae rectales caudales versorgt. Sie kommen als starke Äste in etwa 0,5 - 1cm-Abständen aus der Tiefe der Submukosa der Zona intermedia, wo sie sich um den Kaudalrand des Musculus sphincter ani internus schlagen. Ein Teil von ihnen vaskularisiert die Zona cutanea und die Zona intermedia, die übrigen gehen kranial in die Zona columnaris, um etwa auf der Höhe der Linea anorectalis großkalibrig mit submukösen Endästen der Arteria rectalis cranialis zu anastomosieren. Eine Grenze der Vaskularisationsgebiete der beiden Arterien ist nicht klar zu ziehen.

In den Hauptkolumnen verlaufen die größeren Arterien meistens parallel zueinander in deren Längsrichtung. Sie sind etwa 30 - 60 μ m stark und liegen kurz ober- oder unterhalb der Muscularis mucosae. Somit liegen sie mehr oberflächlich als die ihnen entsprechenden submukösen Arterien des Rektums oder der Zona intermedia. Sie entlassen in unregelmäßigen Abständen kleine Zweige und Arteriolen, die, sich wie ein Spalierbaum aufzweigend, das Oberflächenkapillarnetz der Columnae anales speisen. In den kleineren Kolumnen (Nebenkolumnen nach Z i m m e r m a n n) und in den Sinus anales laufen die größeren Arterien zwar auch überwiegend longitudinal, verzweigen sich aber mehr dichotom wie die submukösen Rektalarterien. Da die Columnae anales eine wesentlich größere Oberfläche haben als die Sinus anales, findet man viel mehr größere Arterien in den Kolumnen als in den Sinus. Bei der Aufsicht auf eine Hauptkolumne scheinen die zueinander parallel verlaufenden Arterien sehr dicht beieinander zu liegen, was daher rührt, daß man die in den Seiten der Kolumnen verlaufenden Arterien fast übereinanderprojiziert sieht. (Abb.10).

Mittlere und kleinere Arterien sind wegen der oberflächlichen Lage der parallel verlaufenden Arterien der Hauptkolumnen, deren Zweige sie darstellen, unbedeutender als im Rektum. Auch in den Sinus bilden sie nur kurze Ver-

bindungsstrecken zwischen den größeren Arterien und den Arteriolen, abgesehen von einigen uncharakteristischen Ästen, die in der Submukosa die Proktodäaldrüsen versorgen. Diese Drüsenarterien stammen zum Teil aus jenen Ästen der Arteriae rectales caudales, die den Musculus sphincter ani internus durchbohrt haben.

Die Arteriolen zweigen sich bäumchenartig auf. Sie verhalten sich in den Kolumnen und Sinus gleich.

Die Oberflächenkapillaren haben in den Kolumnen und in den Sinus anales die gleiche Anordnung: sie bilden ein in der Gesamtheit gleichförmiges Netzwerk, dessen dicht unter dem Epithel liegende Maschen in Größe und Form erheblich schwanken. Die einzelnen meist polygonal länglichen Netzmaschen sind durchschnittlich kleiner als die Ringgefäße der Mastdarmkrypten (Abb.8).

Die Venülen nehmen wie im Rektum schon kurz unter der Schleimhautoberfläche an Umfang zu und vereinigen sich mit benachbarten Gefäßen. Sie münden, meistens kaudoventral schräg zur Schleimhautoberfläche verlaufend, in ein dicht unter dem Oberflächenkapillarnetz liegendes System netzartig verflochtener Venülen (Abb.8). Der Grad ihrer Vernetzung ist sehr unterschiedlich, am vollständigsten ist er nahe der Linea anorectalis in den Hauptkolumnen. Dieses Venülnetz ist jedoch schwer zu erkennen, da es unter der gefalteten Analschleimhaut nicht in einer Ebene liegt. Mit dem überall deutlichem und einheitlich gebautem Netz der Rektalvenülen hat dieses Venülnetz wegen der erheblichen Variabilität seiner Venülen in Stärke, Lage und Verzweigungsart kaum Ähnlichkeit.

Aus den Venülen, die sich nur schwer von den darunterliegenden Venen abgrenzen lassen (Abb.9), gehen in den Kolumnen kleinere und mittlere Venen hervor, die in den Hauptkolumnen überwiegend längs verlaufen. Während die kleineren Venen nur wenig stärker als die Venülen sind, haben die mittleren Venen eine Weite von ungefähr 55-65 μ m. Sie besitzen keine Venenklappen. Die Venenwände haben eine schwache, aber nie völlig fehlende Gefäßmuskulatur. Diese kleinen und mittleren Venen liegen meistens oberhalb der Muscularis mucosae.

Sie sind leicht gewellt und untereinander wirr vernetzt. Die Netze liegen in drei bis sechs miteinander verbundenen Etagen übereinander und sind in den Hauptkolumnen besonders deutlich.

Die tieferen größeren Venen nehmen als Sammelvenen das Blut aus den etagenartig über ihnen liegenden Venen der Hauptkolumnen auf, besitzen einen Durchmesser von etwa $120\ \mu\text{m}$ und befinden sich oft noch auf der Höhe der Muscularis mucosae (Abb.9). Sie sind nicht vernetzt und erreichen die Venae rectales caudales, indem sie teils durch den Musculus sphincter ani internus hindurchtreten, teils um dessen Kaudalrand herumziehen. In vielen Hauptkolumnen findet sich außerdem basal eine stärkere Vene, die aus der Rektalsubmukosa kommend in die Tiefe der Zona intermedia gelangt.

In den Sinus und kleineren Kolumnen herrschen prinzipiell ähnliche Venenverhältnisse, doch ist hier der longitudinale Verlauf der Venen weniger vorherrschend. Neben vernetzten Venen finden sich auch lediglich stark gewundene und reich verzweigte größere Venen, die die Venülen aufnehmen.

"Dünnwandige weite Blutgefäße - Blutsinus -, die eine Art Schwellkörper darstellen", wie M l a d e n o w i t s c h sie beschreibt, gibt es beim Hund nicht.

Eine Änderung des Gefäßbildes bewirken die besonders in den Sinus gelegenen, mehrere Millimeter großen ovalen Lymphfollikel, die nach Z i m m e r m a n n Aftermandeln darstellen. Sie liegen meistens mehr oberflächlich als die Rektallymphfollikel, häufig in der Propria mucosae. Sie sind die Ursache für höckerige Schleimhautemporwölbungen und tragen meistens keinen Schleimhautkrater (Abb.13). Das sie überziehende Kapillarnetz der Schleimhautoberfläche wird von ihnen nicht verändert. Darunter liegen bogenförmig gewundene Venen, die sich nur wenig verästelnd um den Follikel herumlegen. Das Follikelzentrum wird nur von wenigen schwachen Blutgefäßen durchzogen. Ein korbartiger Gefäßmantel, wie er den Rektalfollikeln eigen ist, ist nicht ausgebildet. Am Follikelboden liegt gewöhnlich ein Netz von stärkeren Mukosa- oder Submukosagefäßen. Eine Radiäranordnung der Lymphfollikelgefäße wie im Rektum findet sich hier seltener, sie ist nur dort anzutreffen, wo flach unter der Schleimhaut liegende Follikel eine Schleimhauteinziehung aufweisen.

Zona intermedia

Als kaudale Begrenzung der Zona intermedia ist die Linea anocutanea makroskopisch zwar auffindbar, die für ihre Festlegung genannten Kriterien: Beginn der stärkeren Epithelverhornung, erstes Auftreten von Haaren und Hautdrüsen, Wechsel der Epidermisstärke und der Papillarkörperhöhe sind jedoch nicht so deutlich, daß eine scharfe Grenzziehung im histologischen Schnittpräparat immer möglich wäre.

Entgegen der Lehrbuchmeinung mündet hier noch ein Teil der Proktodäaldrüsen. Da die Zona intermedia an der Oberfläche nur 1-3 mm breit ist und sich submukosawärts derart ver-schmälert, daß Zona columnaris und Zona cutanea in der Tiefe fast zusammenstoßen, ist ihr Gefäßbild schwer zu erfassen.

Die größeren Arterien verlaufen nicht wie die Arterien der Hauptkolumnen parallel zum Epithel; sie streben leicht geschlängelt senkrecht zur Oberfläche, nachdem sie zwischen dem Musculus sphincter ani externus und der Submukosa zirkulär angeordnete Äste der Arteriae rectales caudales im Grenzgebiet der Zona intermedia und der Zona cutanea interna verlassen haben. Mitunter geben auch die an gleicher Stelle entspringenden, in den Hauptkolumnen zueinander parallel verlaufenden Arterien einige senkrechte Zweige in die Zona intermedia.

Die kleineren und mittleren Arterien zweigen sich in unspezifischer Weise zur Schleimhautoberfläche hin auf.

Auch die Arteriolen zeigen in ihrer bäumchenartigen Aufzweigung keine Besonderheiten.

Das Kapillarnetz an der Schleimhautoberfläche ist von dem der Zona columnaris nicht zu unterscheiden.

Die Venülen ähneln ebenfalls in ihrem Verhalten denen der Zona columnaris, deutliche Venülnetze fand ich aber nicht.

Die kleineren und mittleren Venen stellen ein System dar, das dem der vernetzten, etagenartig übereinanderliegenden Venen der Hauptkolumnen fast gleicht. Die Venennetze sind aber nur in zwei bis höchstens drei Etagen ausgebildet.

An der Linea anocutanea ziehen etliche oberflächliche Venen in die Zona cutanea interna, andere senken sich, den Kranialrand der Hautdrüsen markierend, am Ende des Musculus sphincter ani internus in die Tiefe.

Bei einigen Präparaten fand ich oberflächliche, vernetzte Venen, die ein Stück am Verhornungssaum entlangliefen und so mit die Linea anocutanea markierten (Abb.14).

Die tieferen, größeren Venen verlaufen überwiegend senkrecht, sie werden am Kaudalrand des Musculus sphincter ani internus in Nachbarschaft der größeren Arterien von Ästen der Venae rectales caudales aufgenommen. Diese Abflußstellen befinden sich meistens auf der Höhe einer Columna analis. Venenklappen konnte ich nur in den starken Ästen der Venae rectales caudales finden.

Zona cutanea

Eine kaudale Grenze für die an der Linea anocutanea beginnende Zona cutanea findet sich nicht. Einige Autoren lassen die behaarte Analzone dort enden, wo sich das Analrohr öffnet, andere nennen auch die von den Hepatoiden Zirkumanaldrüsen vorgewölbte Analscheibe noch Zona cutanea. Z i m m e r m a n n bezeichnet den im Analrohr liegenden Teil als Zona cutanea interna, das abgesetzte perianale Hautfeld als Zona cutanea externa; eine Einteilung, die mir sinnvoll erscheint.

Die sich unter dem Musculus sphincter ani externus aufteilenden Äste der Arteriae rectales caudales bilden in der Subkutis der Zona cutanea unter den Drüsen ein Arteriennetz. Die Arterienäste dieses subkutanen Netzes steigen senkrecht zur Hautoberfläche empor, ihr Aufzweigungsmodus wird von den die Kutis durchsetzenden Epidermalorgananteilen (Haarbälge, Talgdrüsen, Hepatoide Zirkumanaldrüsen, Schweißdrüsen) und dem Verlauf der einstrahlenden quergestreiften Muskelfasern bestimmt.

Sie speisen kurz unterhalb der Haarzwiebeln, inmitten der Hepatoiden Zirkumanaldrüsen ein zur Oberfläche paralleles,

unvollständiges koriales Netz kleinerer Arterien.

Die aus dem korialen Arteriennetz hervorgehenden Arterio-
len verzweigen sich nicht nur zur Hautoberfläche hin, sondern
wenden sich auch zu den neben und über dem Arteriennetz ge-
legenen Drüsen und Haarbälgen.

Die unter dem verhornten, oft pigmentierten Epithel lie-
genden Oberflächenkapillaren bilden ein in der Maschenweite
stark schwankendes Netz (Abb.15), das auch die Haarbälge und
die Drüsen umspinnt.

Auch auf den Verlauf der Venülen wirken die Epidermal-
organanteile ein. Die aus dem Kapillarnetz der Hautoberflä-
che hervorgehenden Venülen ziehen ohne Bildung von Netzen
in dicht unter der Hautoberfläche liegende Venen. Die aus den
Drüsen und Haarbälgen herkommenden Venülen münden in die
senkrechten Abflüsse der eben genannten Venen.

Die oberflächlichen Venen liegen sehr dicht, bisweilen
nur 50-150 μm unter der gefurchten Hautoberfläche und haben
ein Lumen von 80-200 μm . Die Gefäßweiten variieren hier
stark. Die Venen verlaufen, in ihrer Richtung zum Teil den
gröberen Furchen der fein gefelderten Haut folgend, im we-
sentlichen radiär. Nach Entfernung des Epithels lassen sie
sich bisweilen mehr als einen Zentimeter weit verfolgen. Sie
bilden durch unvollständige und zum Teil viel schwächere
Querverbindungen ein koriales Venennetz, das durch zahlreiche
Zu- und Abflüsse und besonders durch sein unterschiedliches
Niveau kaum auffällt. Jedes größere Drüsenpaket, fast jede
Haargruppe ist mehr oder weniger dicht unterhalb des Epi-
thels von Netzmaschen eingefast (Abb.15 und 16). Einige die-
ser oberflächlichen Venen gehen an der Linea anocutanea aus
den Venennetzen der Zona intermedia hervor. Die Wandbe-
schaffenheit weist diese Gefäße einwandfrei als Venen aus,
irgendwelche Verschlusseinrichtungen konnte ich nicht fin-
den. Zwischen den Drüsenpaketen gehen die oberflächlichen
Venen senkrecht in die Tiefe, wobei ihr Kaliber sich durch
Aufnahme kleinerer, aus den Drüsen kommender Venen meistens
noch verstärkt.

Die senkrechten Abflüsse des koralen Venennetzes münden in große submuköse Venen, die unter der Drüsenlage etwa auf der gleichen Höhe wie das Netz der subkutanen Arterien ein Venennetz bilden. Dieses subkutane Venennetz besteht aus den stärkeren Ästen der Venae rectales caudales.

S C H W E I N

Zur makroskopischen Situation der Gefäße:

Die Arteria rectalis cranialis versorgt das gesamte Rektum. Ein Ramus rectalis medius der Arteria perinealis ist nach L a n g e (1959) selten zu finden; er geht an die seitliche Rektumwand. Mehrere Zentimeter kranial des Anus teilt sich die Arteria rectalis cranialis in zwei starke Äste, die meistens dorsal oder ventral annähernd median, bisweilen aber auch lateral in der Submukosa des Rektums verlaufen und in der Gegend der Linea anorectalis mit oft über $100\mu\text{m}$ ($30\text{--}200\mu\text{m}$) starken Ästen mit den Arteriae rectales caudales anastomosieren. Letztere entstammen häufig der Arteria glutaea caudalis, aber auch der Arteria perinealis (P a e o h 1964), oder sie entspringen gemeinsam mit der Arteria pudenda interna distal der Abzweigung der Arteria glutaea caudalis.

Die beiderseits in der Sphinktergegend lateral an den Anus tretenden Venae rectales caudales anastomosieren mit starken Zweigen der im folgenden genauer beschriebenen Vena rectalis cranialis. Eine selbständige Vena rectalis media fehlt dem Schwein, es gibt bisweilen ihr entsprechende kleine Äste, die aber für das Anorektalgebiet unwesentlich sind.

E I G E N E U N T E R S U C H U N G E N

Rektum

Die submukösen Äste der Arteria rectalis cranialis bilden ein großmaschiges Netz, dessen Arterien mit meistens über $150\mu\text{m}$ Durchmesser etwas stärker sind als beim Hund.

Kleinere Seitenäste aus dem submukösen Arteriennetz,

die meistens stärker geschlängelt sind als die vergleichbaren Gefäße des Hundes, winden sich in die oberen Schichten der Submukosa, wo sie ihrerseits stark gewundene Zweige abgeben, die sich miteinander vernetzen und dicht unterhalb der Muscularis mucosae ein völlig unregelmäßiges, verschlungenes Netzwerk bilden (Abb.17).

Die aus den kleineren submukösen Arterien hervorgehenden Arteriolen sind auch noch an der Bildung dieses Netzwerkes, das beim Hunde nicht vorkommt, beteiligt. Sie steigen aus dem Netzwerk geschlängelt empor und treten mit einem Durchmesser von durchschnittlich $17\text{ }\mu\text{m}$ durch die Muscularis mucosae in die Propria mucosae ein. Dort zweigen sie sich unter allmählichem Verlust ihrer Wandmuskulatur am Grunde der Lieberkühn'schen Krypten auf.

Das von ihnen entlassene Kapillargeflecht ist am Kryptengrund nicht besonders abgesetzt, da die zwischen den Drüseneschläuchen liegenden Kapillaren auch in den höheren Schleimhautschichten häufiger als beim Hund miteinander anastomosieren (Abb.17). Das die Drüsenmündungen umgebende Oberflächenkapillarnetz (Abb.18 u.19) ähnelt dem des Hundes. Es ist jedoch unregelmäßiger, da die Bindegewebszwicke zwischen den Krypten größer sind als beim Hund, weil beim Schwein die Glandulae intestinales weniger dicht beieinander stehen und ihre Durchmesser stärker schwanken. Der Durchmesser der Kapillaren liegt wie beim Hund bei $7-8\text{ }\mu\text{m}$.

Die Venülen werden auch beim Schwein rasch dicker und münden nach kurzem, überwiegend senkrechtem Verlauf in ein Venülnetz. Es ist etwas kleinmaschiger als beim Hund und liegt häufig nicht am Grunde der Krypten, sondern in der Mitte oder sogar im oberen Drittel der Propria mucosae. Kaliber und Wandbeschaffenheit der Venülen ähneln denen des Hundes. Die Abflüsse aus dem Venülnetz sind auch hier wesentlich spärlicher als die Anzahl der die Muscularis mucosae durchbohrenden Arteriolen.

Die kleinen und mittleren Venen, die das Venülenblut aufnehmen, sind mäßig geschlängelt. Durch Zuflüsse rasch an Stärke zunehmend, münden sie nach kurzem Verlauf durch das unter der Muscularis mucosae gelegene arterielle Netzwerk in die großen submukösen Venen.

Die großen, klappenhaltigen submukösen Venen anastomosieren miteinander und bilden ein Venennetz, das dem Netz der großen submukösen Arterien oft eng anliegt. H a p k e nennt diese auffallend weitlumigen Venen (bis 2,5 mm Durchmesser), die submukös bis in die Zona cutanea laufen, in der Gesamtheit Plexus haemorrhoidalis venosus. Zur Übersicht sei ihr weiterer Verlauf schon hier beschrieben: In der Zona columnaris liegen sie, 10-20 an der Zahl, in den größeren Kolonnen fast parallel. In der Zona intermedia und teilweise in der Zona cutanea interna schließen sie sich zu einzelnen zirkulär verlaufenden Strecken zusammen. Die aus den zirkulären Strecken hervorgehenden Venen anastomosieren zum größeren Teil mit den Venae rectales caudales, ein kleinerer Teil geht in das koriale Venennetz der Zona cutanea über. H a p k e berichtet, daß die Klappenrichtung innerhalb des Plexus und in den Venae rectales caudales so gelegen ist, daß das Blut aus der Zona columnaris und der Zona intermedia nur kranial in die Pfortaderäste fließen kann, während das Blut aus der Zona cutanea über die Venae rectales caudales abfließt.

Die Angioarchitektur der Lymphfollikel des Rektums zeigt ähnliche Bauprinzipien wie jene des Hundes. Allerdings stellen die größeren, unter einem Schleimhautkrater gelegenen Follikel beim Schwein nur selten Solitärfollikel dar. Wo dies aber der Fall ist, sieht die Vaskularisation genauso aus wie beim Hund. Meistens liegen jedoch beim Schwein Folliculi lymphatici aggregati vor, die aus 2-6 im wesentlichen submukösen, kleinen, zusammengelagerten Einzelfollikeln bestehen (Abb. 20). In jeden Einzelfollikel tritt eine Arteriole, die feine Kapillaren zur Follikelmitte hin entläßt. Sie kommt bei den mehr zur Schleimhautoberfläche hin gelegenen Einzelfollikeln aus dem Arteriennetz der Muscularis mucosae, bei tiefer in der Submukosa liegenden Einzelfollikeln aus größeren submukösen Arterien. Von der Mitte eines Einzelfollikels aus wenden sich die Kapillaren in mehr oder weniger radiärer Anordnung wieder zur Peripherie, an der sie ein Netz bilden, aus dem hier und da vernetzte Venülen hervorgehen, die dem Follikel außen anliegen. Zwischen den Einzelfollikeln eines Folliculus lymphaticus aggregatus bilden diese Venülen ein Geflecht, das mit dem Venülnetz des Rektums in Zusammenhang

steht. In diesem Geflecht finden sich auch kleinere Venen und Arteriolen. Dadurch wird das Geflecht so dicht, daß die Folliculi lymphatici aggregati, obwohl ihre Einzelfollikel nur schwach vaskularisiert sind, gefäßreicher wirken als die etwa gleich großen Solitärfollikel des Hundes. Die den gesamten Folliculus lymphaticus aggregatus umgebenden Gefäße sind unterschiedlich zahlreich. Viele dieser Follikel haben einen schalenartigen Gefäßmantel (Abb.20), an dem außer großen submukösen Gefäßen auch Zweige aus dem unter der Muscularis mucosae gelegenen arteriellen Netz beteiligt sind. Häufig sind aber auch die zusammengelagerten Einzelfollikel nur von wenigen gemeinsamen Gefäßen umschlossen, so daß ein Gefäßmantel kaum zustandekommt. - Weiterhin gibt es im Rektum kleine Solitärfollikel, die keinen Schleimhautkrater aufweisen. Sie wölben die Schleimhaut leicht vor und sind besonders an der Linea anorectalis zahlreich. Ihr Gefäßaufbau gleicht dem der in den Folliculi lymphatici aggregati liegenden Einzelfollikel.

Zona columnaris

Die unregelmäßig gezackte, oft von Lymphfollikeln emporgehobelte Linea anorectalis ist deutlich sichtbar. Dagegen ist die kaudale Grenze der Zona columnaris, die Linea sinuosa analis, nur vereinzelt als kleine Zirkulärfalte deutlich ausgebildet. Auch beim Schwein scheint es mir am besten zu sein, diese Grenze in Höhe der kaudalen Buchten der Sinus anales anzunehmen, die kleiner und flacher sind als beim Hund. Die im Vergleich zum Hund kürzeren und flacheren Columnae anales werden in größere longitudinale Hauptkolumnen und kleinere Nebenkolumnen eingeteilt. Die Nebenkolumnen flankieren als oft nur fadenstarke Schleimhautleisten neben den Hauptkolumnen die Sinus anales, die sie aber auch schräg verlaufend durchqueren können. In der Zona columnaris münden Proktodäaldrüsen, sie sind vom lymphatischen Gewebe umgeben, den sogenannten Aftermandeln (O r t m a n n).

Die Arterien der Zona columnaris sind Äste der Arteriae rectales, caudales, die wie beim Hund aus der Submukosa der Zona intermedia stammen und etwa an der Linea anorectalis

mit submukösen Endästen der Arteria rectalis cranialis anastomosieren.

Die starken Arterien verlaufen überwiegend längs, ohne wie im Rektum oder in der Zona intermedia stärkere Querverbindungen aufzuweisen. Die größten, etwa $100\ \mu\text{m}$ dicken Arterien liegen in der Submukosa etwas über den großen, aus dem Rektum kommenden klappenhaltigen Venen und sind in den Hauptkolumnen meistens allein, seltener zu zweit oder zu dritt ausgebildet.

Mittlere und kleinere Arterien der Hauptkolumnen, die Zweige der submukösen Arterien, streben meistens stark geschlängelt dem Epithel zu. Dabei verzweigen und verflechten sie sich stark, so daß aus ihren feineren Zweigen über der noch in Resten vorhandenen Muscularis mucosae ein Arteriolengeflecht entsteht (Abb. 21). Seltener liegen die mittleren und kleineren Arterien wie die zueinander parallel verlaufenden Arterien der Hauptkolumnen des Hundes auf der Höhe der Muscularis mucosae. Trotz ihrer Längsrichtung sind sie dabei aber nicht gestreckt, sondern mäßig geschlängelt. Die von ihnen entlassenen gewundenen Zweige gehen ebenfalls in ein Arteriolengeflecht über. In den Nebenkolumnen und in den Sinus anales liegen teilweise oberflächlich gelegene, mehr oder weniger längs verlaufende kleinere Arterien, die den eben beschriebenen ähneln. Häufig werden die Nebenkolumnen und Sinus aber von uncharakteristischen Zweigen der submukösen Arterien der Hauptkolumnen versorgt, die beim Verlassen der Hauptkolumnen schon in Arteriolen übergehen.

Die Arteriolen bilden, wie schon beschrieben, in den oberen Schichten der Propria mucosae ein verschlungenes Geflecht. Stellenweise geht aus dem Arteriolengeflecht ein unter dem Venülnetz liegendes Netzwerk präkapillärer Arteriolen hervor, ehe der Übergang in die Oberflächenkapillaren erfolgt. In den Nebenkolumnen und Sinus anales liegen prinzipiell ähnliche Verhältnisse vor, nur ist das Arteriolengeflecht wegen der flacheren Gewebsschicht dort weniger markant.

Die Oberflächenkapillaren der Zona columnaris werden von kurzen senkrechten Gefäßschenkeln gespeist, die aus den Arteriolengeflechten und den stellenweise vorkommenden

präkapillären Netzwerken aufsteigen. Sowohl in den Columnae anales als auch in den Sinus anales bilden die Oberflächenkapillaren ein kleinmaschiges Netz (Abb.21), das dem entsprechenden Kapillarnetz des Hundes ähnelt. Im Gegensatz zum Hund gehen beim Schwein aber in den Columnae anales aus den Maschenecken dieses Kapillarnetzes in gleichmäßigen Abständen Kapillarschlingen hervor, die bis etwa 20μ m unter die Epitheloberfläche reichen. Sie sind meistens haarnadelförmig geschlängelt, ohne Anastomosen zu bilden (Abb.22). Seltener sind sie grotesk verschlungen und besitzen Anastomosen. In den Sinus anales fehlen diese Kapillarschlingen häufig. Wenn sie einmal vorkommen, sind sie sehr klein und einfach geformt. Die Kapillarschlingen liegen in den Bindegewebspapillen des Papillarkörpers (Abb.23), die in den Kolumnen besonders hoch und fingerartig dünn sind. Die Bindegewebspapillen haben untereinander fast gleiche Abstände und sind in einer Hauptkolumne in mehreren parallelen Reihen in Längsrichtung des Analrohres angeordnet. Im Nativpräparat sind die Papillenreihen nicht sichtbar. Sie werden erst im Injektionspräparat deutlich erkennbar. Kleinere Nebenkolumnen tragen häufig nur eine Papillenreihe. Sie durchbricht bei schrägem Verlauf der Nebenkolumne die in den Hauptkolumnen streng gewahrte Parallelität.

Die Venülen, deren Durchmesser zwei- bis dreimal so stark wie jener der Kapillaren ist, verhalten sich wie beim Hund. Sie bilden ein zwischen dem Oberflächenkapillarnetz und dem Netzwerk der präkapillären Arteriolen liegendes unregelmäßiges Netz mit meist unterschiedlichen ovalen kleinen Maschen. Wegen seiner Lage dicht unter der gefurchten Oberfläche ist dieses Venülnetz schwer in seiner Gesamtheit zu erkennen.

Kleinere und mittlere Venen gehen aus dem Venülnetz stark gewunden und verzweigt in die Tiefe. Ihr Verlauf ist in den Columnae anales meist longitudinal, in den Sinus anales oft zur Linea anorectalis parallel. Sie münden in starke Zweige der submukösen Venen.

Diese starken Zweige der submukösen Venen sind meistens unter den Hauptkolumnen etwas unterhalb der Muscularis mucosae

gelagen. Ihre Verlaufsrichtung ist nicht einheitlich, sie ziehen oft kaudal, aber nicht selten auch kranial in die Tiefe der Submukosa. Dort münden sie in die starken, klappenhaltigen submukösen Venen, die in der Zona columnaris keine starken Querverbindungen aufweisen. Vereinzelt senkt sich eine große Submukosavene schon in der Zona columnaris durch die Muscularis propria, um in Äste der Venae rectales caudales einzumünden.

Im Gegensatz zu dem bisher geschilderten Gefäßverhalten in der Zona columnaris findet man beim Schwein auch bisweilen starke Arterien, die quer oder schräg unter mehreren Sinus und Columnae anales hindurchlaufen. Es kommt auch vor, daß selbst stärkste submuköse Venen unter Sinus anales liegen und nicht, wie gewöhnlich, unter Hauptkolumnen.

Die Lymphfollikel der Zona columnaris, die in den Sinus anales und besonders gehäuft an der Linea anorectalis auftreten und die Schleimhautoberfläche etwas emporwölben können, zeigen einen Gefäßaufbau, der dem der in den Folliculi lymphatici aggregati des Rektums liegenden Einzelfollikel gleicht.

Zona intermedia

Die kaudal der Linea sinuosa analis liegende Zona intermedia ist beim Schwein wesentlich breiter als beim Hund. Sie mißt bei einem 100 kg schweren Schwein etwa 10 mm in der Breite. Sie wird noch in zwei Zonen unterteilt: eine glatte, feucht glänzende kraniale Zone und eine kaudale Zone, die ca. 3-4 mm kranial der ersten Haare mit einer deutlichen Linie beginnt und eine stumpfe, gefelderte Oberfläche, stärkere Verhornung des Epithels und einen schwächeren Papillarkörper als die kraniale Zone aufweist. Da der Aufbau des Papillarkörpers bei den Untersuchungen über den Gefäßaufbau deutlich wurde, wird er bei dessen Schilderung mitbeschrieben. Eine klar erkennbare Linea anocutanea, die kaudale Grenze der Zona intermedia, fand ich nicht. Ich nehme diese Grenze dort an, wo die ersten Haare auftreten. Die Zona intermedia wird oft noch von Proktodäaldrüsen unterlagert, die jedoch entgegen der Lehrbuchmeinung (K r ö l l i n g und G r a u 1960) in den kaudalen Buchten der Sinus anales münden und nicht in der

Zona intermedia selbst. Kranial der ersten Haare liegen auch Schweißdrüsen bisweilen nahe den Proktodäaldrüsen in der Zona intermedia. Sie münden aber erst in der Zona cutanea.

Die Arterien der Zona intermedia sind Äste der Arteriae rectales caudales. Starke Äste dieser Arterien liegen im Musculus sphincter ani externus in zirkulärer Anordnung. Sie entlassen kranial und kaudal gerichtete Äste. Die kranial gerichteten Äste gehen meistens um den etwa unter der Linea anocutanea liegenden Kaudalrand des Musculus sphincter ani internus herum in die Zona intermedia. Die kaudal gerichteten Äste laufen in die Subkutis der Zona cutanea. Sie kommen bisweilen nicht selbständig aus der Tiefe, sondern sind kaudal gerichtete Abzweigungen der kranial verlaufenden Äste. Die Arterien beider Zonen haben somit einen gemeinsamen Ursprung, gehen aber abgesehen von kleineren Anastomosen in den oberen Schleimhautschichten nur selten direkt ineinander über.

Die stärkeren submukösen Arterien der Zona intermedia verlaufen überwiegend längs, was besonders kranial, nahe den Hauptkolumnen, in die sie hineinziehen, deutlich ist. Sie sind etwa wie im Rektum stark verästelt und zeigen großkalibrige Querverbindungen, die nahe der Linea sinuosa analis noch fehlen, so daß in der Submukosa ein Arteriennetz liegt, wie es in ähnlicher Form auch in der Submukosa des Rektums und in der Subkutis vorkommt.

Die aus diesem Arteriennetz zur Schleimhautoberfläche hin entlassenen mittleren und kleineren Arterien verhalten sich uneinheitlich und wenig charakteristisch. Manche Arterienäste gehen nach einem geschlängelten, überwiegend dem Epithel zustrebenden Verlauf nach einigen Verzweigungen in Arteriolen über. Andere, dünnere Zweige laufen mehr gestreckt in den oberen Schleimhautschichten, wo sie ein recht unvollständiges großmaschiges Netz bilden, ehe sie zu Arteriolen werden. Die Maschen dieses unvollständigen Arteriennetzes folgen meistens nicht der Längsrichtung des Analrohres, da die sie bildenden Zweige oft unter zirkulären Schleimhautfalten liegen. An der Linea anocutanea anastomosieren einzelne der Netzmaschen mit dem kranialen Arteriennetz der Zona cutanea.

Die Arteriolen zweigen sich häufig nicht nur bäumchenartig senkrecht zur Oberfläche hin auf, sondern bilden ebenso wie stellenweise in der Zona columnaris ein Netzwerk präkapillärer arterieller Gefäße aus, das dicht unterhalb des Venülnetzes liegt.

Die Oberflächenkapillaren bilden ebenso wie in den Hauptkolumnen ein Kapillarnetz (Abb.21), aus dem in regelmäßigen Abständen entsprechend der Anordnung der Papillen in Reihen liegende Kapillarschlingen hervorgehen. Die unter den Papillenreihen liegenden Maschen des Oberflächenkapillarnetzes sind enger als die Maschen zwischen ihnen. Die Kapillarschlingen sind wie in den Hauptkolumnen meistens einfach haarnadelförmig. Die Papillenreihen verlaufen zueinander parallel im großen und ganzen senkrecht auf die Linea anocutanea zu; erst einige Millimeter weit in der Zona cutanea wird ihr paralleler Verlauf durch die Haare unkenntlich. In der kaudalen Zone der Zona intermedia sind die Kapillarschlingen wegen der dort niedrigeren und breiteren Bindegewebspapillen niedriger und verschlungener. Sie ähneln den in Abb.27 gezeigten Kapillarschlingen der Zona cutanea. Der Übergang von den langen einfachen in die kürzeren komplizierteren Kapillarschlingen erfolgt stufenlos in den kleinen Zirkulärfalten der kaudalen Zone der Zona intermedia.

Die schon am Grunde der Bindegewebspapillen dicker werdenden Venülen vereinigen sich zu einem eng unter den Oberflächenkapillaren liegendem Venülnetz, das dem der Hauptkolumnen gleicht. Die stark geschlängelten, eng vernetzten Venülen liegen unter den Papillenreihen besonders dicht, sie haben eine deutliche Längsrichtung (Abb.25).

Aus dem Venülnetz gehen kleinere und mittlere Venen hervor, die stark verzweigt sind, ohne aber in ihrer Gesamtheit ein Venennetz darzustellen. Sie münden nach schräg in die Tiefe gerichtetem, überwiegend kaudalem Verlauf in die großen Äste der submukösen Venen.

Die großen submukösen Venen laufen überwiegend längs, vernetzen sich meistens aber schon in der Zona intermedia, stellenweise erst in der Zona cutanea interna durch weiträumige zirkuläre Strecken. Über dem Musculus sphincter ani internus

ist die Bindegewebslage der Zona intermedia so dünn, daß die großen submukösen Venen im Nativpräparat oft durch die kutane Schleimhaut hindurchschimmern. Im kaudalen Bereich liegen die submukösen Venen über den submukösen Arterien, die aus der Tiefe kommen. Einige starke Venenäste senken sich in die Tiefe und erreichen die starken Äste der Venae rectales caudales, die sich am gleichen Orte aufteilen wie die gleichnamigen Arterien.

Zona cutanea

Über die Abgrenzung und Unterteilung der Zona cutanea gilt das bereits beim Hund Gesagte. Die nicht mehr im Analrohr liegende perianale Hautzone ist nicht so deutlich abgesetzt wie beim Hund. Die Zona cutanea interna und die Zona cutanea externa haben die gleiche Gefäßarchitektur, die allerdings in der Zona cutanea interna durch die Unterlagerung des Musculus sphincter ani externus unregelmäßiger und schwieriger erkennbar ist.

Der Ursprung der subkutanen Arterien aus Ästen der Arteriae rectales caudales wurde schon genannt.

In der Subkutis bilden die großen subkutanen Arterien ein Netz, das unter der Schweißdrüsenschicht gelegen ist. Über dem Musculus sphincter ani externus liegt es recht dicht unter der Hautoberfläche.

Mittlere und kleinere Arterien laufen aus diesem subkutanen Arteriennetz meist schräg auf langem Wege ins Korium. Dort bilden sie kurz unterhalb der Haarzwiebeln ein koriales Arteriennetz aus eckigen Maschen. Es anastomosiert stellenweise mit dem unvollständigen Netz kleinerer Arterien der Zona intermedia. Das subkutane Arteriennetz und das koriale Arteriennetz liegen bisweilen, besonders in der Zona cutanea interna so dicht übereinander, daß sie selbst unter Berücksichtigung der Tatsache, daß die Arterien des korialen Netzes einen geringeren Durchmesser haben, nicht mehr deutlich voneinander abgrenzbar sind.

Die Arteriolen gehen geschlängelt aus dem korialen Arteriennetz hervor. Sie zweigen sich wie beim Hund zur Oberfläche,

zu den Drüsen und zu den Haarbälgen hin auf.

Die Oberflächenkapillaren bilden ein kompliziertes Netz, das unmittelbar in die Geflechte um die bindegewebigen Haarwurzelscheiden und die Drüsen übergeht (Abb.26). Die Netzmaschen bestehen aus ca. 3-8 miteinander anastomosierenden Kapillaren, zwischen denen oft noch eine Venüle liegt. Aus den Netzmaschen gehen grotesk verschlungene und miteinander anastomosierende Kapillarschlingen hervor. Sie sind jenen der kaudalen Zone der Zona intermedia ähnlich; ihre Form wird durch die hier breiteren und kürzeren Bindegewebspapillen bestimmt.

Die Venülen werden rasch dicker und bilden ein Venülennetz, aus dem stark verzweigte Venülen hervorgehen, die zwischen den Drüsen, aus denen sie viele Gefäßzuflüsse erhalten, in die Tiefe gehen.

Sie münden als kleinere Venen kurz unterhalb des koralen Arteriennetzes in ein koriales Venennetz kleinerer und mittlerer Venen. Die eckigen Maschen dieses Netzes sind etwa ein- bis zweimal so groß wie die Venülennetzmaschen des Rektums und sind in der Zona cutanea externa gleichmäßiger ausgebildet als nahe an der Linea anocutanea. Aus dem korialen Venennetz ziehen mittlere Venen mehr oder weniger senkrecht in die Subkutis.

Sie speisen ein aus etwa bis 1 mm starken Venen bestehendes subkutanes Venennetz, dessen unregelmäßig eckige Maschen etwa je 1 cm² groß sind. In der Zona cutanea interna gehen die subkutanen Venen in die submukösen Venen der Zona intermedia über, die aber letzten Endes wie die in der Zona cutanea externa liegenden subkutanen Venen auch den Venae rectales caudales entstammen.

IV

DISKUSSION

Auf Grund der vorstehenden Untersuchungen bin ich zu der Ansicht gelangt, daß in der Schleimhaut des Anorektalgebietes bei Hund und Schwein andersartige Gefäßverhältnisse als beim Menschen vorliegen, bei dem in einem Corpus cavernosum recti

weite, nur endothelbekleidete Bluträume und auch Glomerula venosa haemorrhoidalia liegen (S t a u b e s a n d , S t e l z - n e r und M a c h l e i d t 1963).

Es werden zwar in der Literatur bei beiden Tierarten eine Art Schwellkörper bildende, große weite Blutsinus oder ein venöses Schwellnetz, beim Hund venöse Schwellräume oder sinuöse Erweiterungen venöser Gefäße, beim Wildschwein große Blutsinus in der Zona columnaris (M i n d e r 1930) beschrieben, doch ist bei der Bewertung dieser Feststellungen zu bedenken, daß sie fast ausnahmslos nicht auf Gefäßinjektionen basieren. Die älteren Anatomen, deren Untersuchungen zudem meistens nicht speziell die Angloarchitektur des Anus zum Inhalt hatten, erhoben ihre Befunde überwiegend an Formolpräparaten, Paraffinschnitten oder auch an lebenden Tieren. Der ähnliche Wortlaut der die Blutgefäße betreffenden Aussagen läßt auch vermuten, daß manche Schilderungen früherer Autoren später immer wieder übernommen wurden. Am Beginn unseres Jahrhunderts scheint sogar das beim Menschen bekannte Gefäßverhalten kritiklos bei der Beschreibung der Gefäßsituation beim Tier übertragen worden zu sein. Erst in den recht ausführlichen und systematischen neueren Arbeiten von O t t a v i a n i und von H u g h e s u. D r a n s f i e l d wird die Ausbildung eines Corpus cavernosum beim Hund verneint bzw. nicht erwähnt; beim Schwein ist der Lehrbuchmeinung, nämlich der Ausbildung von Blutsinus im Anorektalgebiet, bisher meines Wissens noch nicht widersprochen worden.

Ich habe bei Hund und Schwein im Anorektalgebiet kein Schwellnetz, keinen Schwellraum oder Blutsinus gefunden, allerdings gehe ich bei dieser Feststellung nur von morphologischen Gesichtspunkten aus, während die früheren Autoren oft weniger von anatomischen als von physiologischen Vorstellungen ausgingen. Für mich ist das Hauptkriterium für diese Gebilde das Vorliegen eines weiten Blutraumes, dessen Wand eher die Beschaffenheit einer Kapillare als die einer Vene hat.

Ebenfalls nicht ganz eindeutig ist die Verwendung des Ausdrucks "Plexus haemorrhoidalis venosus", der nicht nur beim Menschen häufig genannt wird, sondern auch beim Schwein benutzt wurde. Wenn man unter diesem Ausdruck wie H a p k e

war ein Gefäßnetz aus submukösen Venen versteht, so ist er beim Schwein durchaus zutreffend; wenn man ihn aber im Sinne eines Schwellnetzes oder Corpus cavernosum recti gebraucht, so ist er nicht gerechtfertigt.

Bevor ich die Architektur der Schleimhautgefäße des Anorektalgebietes bei Hund und Schwein gemeinsam als Modifikation der in der Haut oder Schleimhaut normalerweise vorkommenden Gefäßplexus betrachte, möchte ich die mit einiger Sicherheit differentialdiagnostisch brauchbaren angioarchitektonischen Unterschiede der beiden Gattungen zusammenfassen:

Rektum: Das von Arterien und Arteriolen gebildete verschlungene Netzwerk kurz unterhalb der Muscularis mucosae kommt nur beim Schwein vor. Die Kapillaren der Propria mucosae haben beim Schwein so viele Anastomosen, daß man hier nicht wie beim Hund ein oberflächennahes und ein der Muscularis mucosae aufliegendes Kapillargeflecht unterscheiden kann. Das Oberflächenkapillarnetz erinnert in der Aufsicht beim Hund durch seine Regelmäßigkeit an Bienenwaben, für das Schwein ist die Unregelmäßigkeit dieses Netzes charakteristisch. Auch an den Lymphfollikeln lassen sich beide Gattungen leicht unterscheiden. Die submukösen Follikel sind beim Hund gewöhnlich Solitärfollikel, beim Schwein in der Regel Folliculi lymphatici aggregati.

Zona columnaris: Die starken Arterien liegen beim Schwein meistens allein in der Submukosa der Hauptkolumnen; beim Hund verlaufen die selbst unter Berücksichtigung der relativen Größenverhältnisse kleinkalibrigen Arterien zu mehreren etwa auf der Höhe der Muscularis mucosae der Hauptkolumnen, wobei sie etwa zur Schleimhautoberfläche und zueinander parallel verlaufen. Ein Arteriolengeflecht und ein nicht konstantes Netzwerk präkapillärer Arteriolen kommen nur beim Schwein vor. Das Oberflächenkapillarnetz des Schweines besitzt Kapillarschlingen, die dem Hund fehlen. Die kleineren und mittleren Venen sind beim Hund vernetzt und liegen in drei bis sechs Etagen übereinander; beim Schwein fehlen diese Venennetze. Die starken submukösen Venen haben beim Schwein ein wesentlich stärkeres Kaliber als beim gleich großen Hund, sie streben beim Hund überwiegend in die Tiefe der Zona in-

termedia, während beim Schwein viele von ihnen bis in die Subkutis der Zona cutanea zu verfolgen sind.

Zona intermedia: Die subkutanen Arterien vernetzen sich nur beim Schwein. Die nicht regelmäßig auftretende Vernetzung der mittleren und kleineren Arterien fehlt beim Hund ebenso wie das häufig beim Schwein auftretende Netzwerk präkapillärer arterieller Gefäße. Das Oberflächenkapillarnetz des Hundes trägt keine Kapillarschlingen, die beim Schwein stets vorhanden sind. Das Venülnetz ist beim Schwein deutlich sichtbar, beim Hund nicht. Die beim Schwein auffallend großen submukösen Venen gehen beim Hund unvernetzt in die Tiefe, beim Schwein vernetzen sie sich häufig und bleiben trotz ihrer Verbindung zu den Venae rectales caudales oft in ihrer oberflächlichen Lage.

Zona cutanea: Das Oberflächenkapillarnetz trägt beim Hund keine Kapillarschlingen wie beim Schwein. Seine Netzmaschen bestehen beim Hund aus einer Kapillare, beim Schwein aus mehreren nebeneinander liegenden Kapillaren. Ein Venülnetz ist nur beim Schwein ausgebildet. Das koriale Venennetz liegt beim Hund dichter an der Oberfläche als beim Schwein, seine Gefäßdurchmesser sind beim Hund mehr unterschiedlich. Die auffällige Ausbildung des korialen Venennetzes der Zona cutanea des Hundes läßt sich, wenn man hier einmal nach seiner Kausalität fragt, nicht wie die anderen angioarchitektonischen Unterschiede zwischen Hund und Schwein lediglich durch Bauplanverschiedenheiten oder andere örtliche Erfordernisse, also etwa hier durch die Unterlagerung durch die nur beim Fleischfresser vorkommenden Hepatoiden Zirkumanaldrüsen erklären. Es ist vielmehr möglich, daß diese Venen etwas mit der Temperaturregulation zu tun haben. Auch könnten die dicht unter der nur unregelmäßig pigmentierten Haut liegenden, zum Teil starken Venen wie etwa bei manchen Affenarten zur Farbmarkierung als "optischer Auslöser" dienen (siehe O r t m a n n : Die Analregion der Säugetiere).

Die Schleimhautgefäße des Anorektalgebietes bei Hund und Schwein bilden, um es noch einmal hervorzuheben, keinerlei Spezialeinrichtungen. Ihre Angioarchitektur kann man, wie H u g h e s und D r a n s f i e l d es beim Hund bereits

getan haben, als Modifikation der in der Haut oder Schleimhaut normalerweise vorkommenden drei Gefäßplexus ansehen. (Da unter "Plexus" trotz seiner eigentlichen Bedeutung "Geflecht" oft nur ein flaches Gefäßnetz wie zum Beispiel ein Oberflächenkapillarnetz verstanden wird, habe ich bei der Schilderung der eigenen Untersuchungen statt dessen bisher die besser differenzierenden Bezeichnungen Netz und Geflecht gebraucht. Bei der folgenden Einteilung müssen allerdings auch einfache Gefäßnetze aus schematischen Gründen als Plexus gelten). In einer Schleimhaut oder Haut, die keine Übergangsregion darstellt, finden sich folgende etwa oberflächenparallele Gefäßplexus, die je aus einem arteriellen und einem venösen Anteil bestehen: Oberflächlicher Plexus (Plexus subepithelialis bzw. subpapillaris), Mittlerer Plexus (Plexus mucosus bzw. cutaneus) und Tiefer Plexus (Plexus submucosus bzw. subcutaneus).

In der Rektalschleimhaut ist der Plexus submucosus als Netz der submukösen Arterien und Venen bei Hund und Schwein etwa gleichartig ausgebildet, nur kommt beim Schwein noch das dicht unter der Muscularis mucosae gelegene arterielle Netzwerk hinzu.

Vom Plexus mucosus ist der arterielle Teil kurz über der Muscularis mucosae als Geflecht von Arteriolen und Kapillaren beim Hund besser abgesetzt. Das Rektalvenülnetz ist der venöse Plexusanteil.

Zum Oberflächlichen Plexus gehören bei beiden Spezies das Oberflächenkapillarnetz und nur schwer vom Plexus mucosus abgrenzbare Teile der kurz darunterliegenden Gefäße.

Bei der Einteilung der Gefäße der Zona columnaris versagt das Plexusschema. Ein Plexus submucosus existiert hier nicht, da die längs verlaufenden Gefäße kaum eine Neigung zu Querverbindungen haben.

Zum Plexus mucosus des Hundes könnte man nur die gestaffelten, etagenartig übereinanderliegenden Venennetze rechnen; beim Schwein wären es die Arteriolengeflechte und Netze präkapillärer arterieller Gefäße.

Ein Plexus subpapillaris ist hier ausgebildet. Er besteht beim Hund aus dem einfachen Oberflächenkapillarnetz und dem Venülnetz, das sich allerdings nur schwer von den Venen-

netzen trennen läßt. Beim Schwein kommen außer Oberflächenkapillarnetz und Venülnetz noch die in den Kolumnen ausgebildeten Kapillarschlingen hinzu.

In der *Z o n a i n t e r m e d i a* ist ein submuköser Plexus nur beim Schwein vorhanden, er besteht aus je einem Venen- und Arteriennetz.

Auch ein Plexus mucosus ist nur beim Schwein angedeutet, bei dem nur die Arterien stellenweise eine Vernetzung zeigen, die auch sehr oberflächlich liegende arterielle Gefäßschenkel betreffen kann.

Der Plexus subpapillaris besteht beim Hund aus dem Oberflächenkapillarnetz, beim Schwein kommen noch die Kapillarschlingen und ein Venülnetz hinzu, das beim Hund selten erkennbar ist.

Die *Z o n a c u t a n e a* läßt eine deutliche Gliederung in drei Plexus ohne Einschränkung zu. Der subkutane und der kutane oder genauer koriale Plexus liegen beim Hund und Schwein je als arterielle und venöse Netze vor; nur beim Hund stellt der Plexus corialis auf der arteriellen Seite einen Übergang zwischen Netz und Geflecht dar.

Der Plexus subpapillaris besteht beim Hund aus dem Oberflächenkapillarnetz, beim Schwein außerdem aus den Kapillarschlingen und dem Venülnetz.

Die im Folgenden erörterten Themen haben mit den Gefäßuntersuchungen nur wenig zu tun, sie enthalten einige die Histologie des Anus betreffende Gedanken, die in der Literatur nicht behandelt wurden und sich während der Arbeit ergaben.

Die Linea anocutanea des Schweines ist makroskopisch nicht genau und mikroskopisch überhaupt nicht festlegbar. Vielleicht wäre es daher günstiger, die auch im Schnittpräparat gut festsetzbare Grenze zwischen der kranialen und der kaudalen Zone der Zona intermedia als Linea anocutanea zu bezeichnen. Die schmale kaudale Zone ist zwar haarlos, wird aber von apokrinen Schweißdrüsen und Talgdrüsen der ersten Haare unterlagert; ihr Epithel und ihr Papillarkörper sind dem der Zona cutanea wesentlich ähnlicher als dem der kranialen Zone der Zona intermedia.

Die unterschiedliche Ausbildung des Papillarkörpers ist die Ursache dafür, daß die Oberflächenkapillarnetze beim Schwein in allen drei Analzonen Kapillarschlingen aufweisen, die dem Hund fehlen. Beim Schwein besteht der Papillarkörper in der kutanen Analschleimhaut aus hohen, dünnen Bindegewebspapillen, die in unregelmäßigen, jedoch annähernd parallelen, längsverlaufenden Reihen angeordnet sind und zur Zona cutanea hin immer dicker und auch etwas flacher werden. In der Zona cutanea werden die Papillenreihen von zahlreichen Haarbalg- und Drüsenmündungen durchbrochen, und die Reihen sind weniger deutlich. Die Ausbildung solcher Papillenreihen ist ein Ausdruck für die stärkere mechanische Beanspruchung einer Haut oder kutanen Schleimhaut. Sie fehlen deshalb in den in vivo meistens komprimierten Sinus anales. Möglicherweise ist aber auch die beim Schwein etwas höhere Epithellage die Ursache für die besondere Ausprägung der Papillen.

Beim Hund kommen zwar Kapillarschlingen führende Bindegewebspapillen nach Hughes und Dransfield zum Beispiel in der ventralen Bauchhaut, im Sohlenballen und im Strichkanal der Milchdrüse vor, in der Analschleimhaut aber fehlen sie. Der Papillarkörper des Hundes ist in dieser Region flacher als beim Schwein, die einzelnen Papillen sind breiter und reichen weniger weit ins Epithel hinein, so daß das Oberflächenkapillarnetz keiner Kapillarschlingen zur Vaskularisation einzelner Papillen bedarf. Im Gegensatz zum Schwein wird der Papillarkörper beim Hund zur Zona cutanea hin stärker, hier ist eine deutliche Verzapfung von Epithel und Bindegewebe sichtbar, die aber nicht, wie beim Schwein, zu einer Ausbildung von Kapillarschlingen führt.

ZUSAMMENFASSUNG

1. *Glomerula venosa haemorrhoidalia* gibt es bei Hund und Schwein nicht. In der *Zona columnaris ani* sind beim Hund zwar übereinanderliegende Venennetze ausgebildet, doch existieren weder beim Hund noch beim Schwein *Blutsinus* oder schwellkörperähnliche Gebilde.
2. Das Vorkommen eines *Plexus haemorrhoidalis venosus* kann beim Schwein nur dann bejaht werden, wenn man darunter lediglich ein Netz aus submukösen und subkutanen Venen versteht.
3. Die Architektur der Schleimhautgefäße wird als Modifikation der in einer Schleimhaut oder Haut normalerweise vorkommenden drei Gefäßplexus betrachtet.
4. Einen Nebenfund stellt die Beobachtung dar, daß die Proktodäaldrüsen bei Hund und Schwein in der *Zona columnaris* und *Zona intermedia* liegen und beim Hund in beiden Zonen, beim Schwein nur in der *Zona columnaris* münden.
5. Auf die bei Hund und Schwein unterschiedliche Ausbildung des Papillarkörpers der kutanen Analschleimhaut wird hingewiesen.

L I T E R A T U R

- C l a r a , M.: Die arterio-venösen Anastomosen. Anatomie/
Biologie/Pathologie. 2.Aufl. (Springer,
Wien 1956).
- E l l e n b e r g e r , W.: Handbuch der vergleichenden mikros-
kopischen Anatomie der Haustiere. (Parey,
Berlin 1911).
- E l l e n b e r g e r , W., u. H. B a u m : Handbuch der verglei-
chenden Anatomie der Haustiere. 18.Aufl.
(Springer, Berlin 1943).
- G r a u , H.: Der After von Hund und Katze unter biolo-
gischen und praktischen Gesichtspunkten.
Tierärztl. Rundsch. 41, 351-354 (1935).
- H a m m e r s e n , F., u. J. S t a u b e s a n d : Arterien und
Capillaren des menschlichen Nierenbeckens
mit besonderer Berücksichtigung der sog.
Spiralarterien. Angloarchitektonische
Studien an der Niere. I. Mitteilg. Z.Anat.
EntwGesch. 122, 314-347 (1961).
- H a p k e , H.-J.: Die Pfortader des Schweines. Diss. med.vet.
Hannover (1957).
- H u g h e s , H.V. and J.W. D r a n s f i e l d : The blood
supply to the skin of the dog. Brit.vet. J.
115, 299-310 (1959).
- K r ö l l i n g , O., u. H. G r a u : Lehrbuch der Histologie
und vergleichenden mikroskopischen Ana-
tomie der Haustiere. 10. Aufl.
(Parey, Berlin 1960).
- L a n g e , H.: Neue Untersuchungen zur Vaskularisation
des Schweineuterus. Diss. med.vet. Ber-
lin (1959).

- M i n d e r , K.: Die natürlichen Körperöffnungen des Wildschweines. Diss. med.vet. Zürich (1930). Arch. Julius Klaus-Stiftung 5, 217-257 (1930).
- M l a d e n o w i t s c h , L.: Vergleichende anatomische und histologische Untersuchungen über die Regio analis und das Rectum der Haussäugetiere. Diss. med. Leipzig (1907).
- N i c k e l , R.: Die Haemorrhoidalvenen des Hundes und ihre Bedeutung bei der Resorption im Mastdarm. Dtsch. tierärztl. Wschr. 37, 595-596 (1934).
- O r t m a n n , R.: Über den lymphatischen Apparat der Analregion und die sogenannte "Analtonsille" bei Säugetieren. Z. Anat.EntwGesch. 121, 459-477 (1960).
- Die Analregion der Säugetiere. Handb.Zool. 8, 1-68 (Walter de Gruyter, Berlin 1960).
- O t t a v i a n i , G.: Ricerche sullo sviluppo, sulla forma, sulla struttura e sul significato funzionale delle colonne rettali. Z. Anat.EntwGesch. 109, 303-338 (1939).
- P a e c h , C.-D.: Die arterielle Blutgefäßversorgung der Bauch- und Beckenhöhle bei Schwein und Schaf. Morph. Jb. 105, 514-543 (1964).
- R a u c h , R.: Beitrag zur arteriellen Versorgung der Bauch- und Beckenhöhle bei Katze u. Hund. Zbl. Vet.Med. 10, 397-429 (1963).
- R o l l h ä u s e r , H., W. K r i z u. W. H e i n k e : Das Gefäß-System der Rattenniere. Zschr. Zellforsch. 64, 381-403 (1964).
- S c h a f f e r , J.: Die Hautdrüsenorgane der Säugetiere. (Urban & Schwarzenberg, Berlin/Wien 1940).
- S c h u m m e r , A.: Ein neues Mittel ("Plastoid") und Verfahren zur Herstellung korrosionsanatomischer Präparate. Anat.Anz. 81, 177-201 (1935).

- Schummer, A.: Vereinfachtes Plastoid-Korrosionsverfahren. Anat.Anz. 98, 288-290 (1951).
- Staubesand, J., u. F. Hammersen: Zur Problematik des Nachweises arterio-venöser Anastomosen im Injektionspräparat. Beobachtungen an menschlichen Nierenbecken. Z.Anat. EntwGesch. 119, 365-370 (1956).
- Staubesand, J., F. Stelzner u. H. Machleidt: Über die "goldenen Adern" - ein Beitrag zur Histophysiologie der sogenannten Glomerula venosa haemorrhoidalia. Morph. Jb. 104, 405-419 (1963).
- Staubesand, J., M. Stoeckenius: Über die Verwendung von "Netzmitteln" bei der Gefäßinjektion. Z.Anat. EntwGesch. 120, 121-123 (1957).
- Stelzner F., J. Staubesand u. H. Machleidt: Das corpus cavernosum recti - die Grundlage der inneren Hämorrhoiden. Langenbeck's Arch. klin.Chir. 299, 302-312 (1962).
- Stieve, H.: Über die Bedeutung venöser Wundernetze für den Verschluss einzelner Öffnungen des menschlichen Körpers. Dtsch.med.Wschr. 3 u. 4, 87-90 u. 130-133 (1928).
- Szent-Györgyi, A.v.: Zur Anatomie und Histologie des Teguments der Analöffnung und des Rectum. Anat.Hefte, Wiesbaden I 49, 304-335 (1913).
- Trautmann, A., u. J. Fiebiger: Lehrbuch der Histologie und vergleichenden mikroskopischen Anatomie der Haustiere. 8. u. 9.Aufl. (Parey, Berlin 1949).
- Zimmermann: Untersuchungen des Analtegumentes des Hundes. Arch.wiss.prakt.Tierhk., Berlin 30, 472-515 (1904).

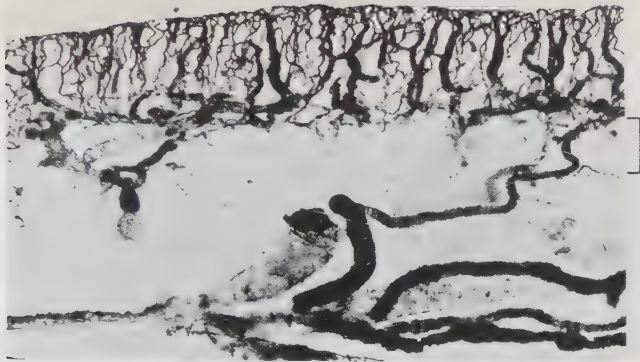


Abb.1 Rektum Hund, Längsschnitt. Aufhellungspräparat, Berlinerblaugelatineinjektion. Im oberen Bilddrittel die Propria mucosae mit Arteriolen, Kapillaren und Venülen, darunter bis zum unteren Bildrand die Submukosa. Links treten Venülen, rechts Arteriolen durch die Muscularis mucosae (a) hindurch. Vergrößerung 41-fach.

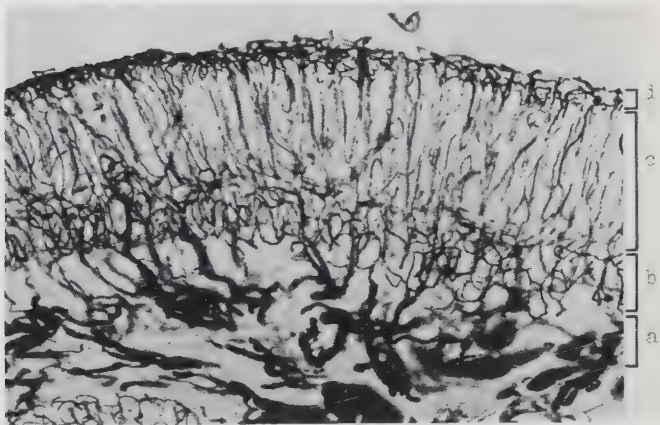


Abb.2 Rektum Hund, Transversalschnitt. Technik wie Abb.1. Fast nur arterielle Gefäßinjektion. Arteriolen aus der Submukosa durchbrechen gestreckt die Muscularis mucosae (a) und erreichen dicht darüber ein Kapillargeflecht (b), das durch langgestreckte Kapillaren (c) mit dem Oberflächenkapillarnetz (d) in Verbindung steht. Vergrößerung 46-fach.

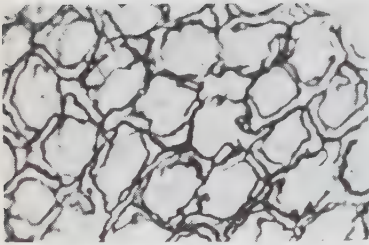


Abb.3 Rektum Hund, Technik wie Abb.1. Aufsicht auf das Oberflächenkapillarnetz. Mikroskopische Vergrößerung 17-fach; fotografische Endvergrößerung 104-fach.

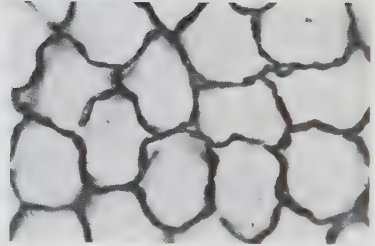


Abb.4 wie Abb.3, jedoch bei 107-facher mikroskopischer Vergrößerung; fotografische Endvergrößerung 150-fach.

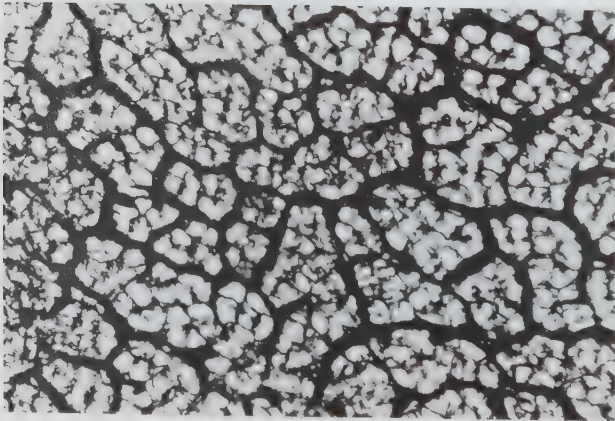


Abb.5 Rektum Hund, Aufsicht auf die Schleimhaut. Technik wie Abb.1. Unter dem kleinmaschigen Oberflächenkapillarnetz liegt ein großmaschiges Venennetz. Vergrößerung 39-fach.

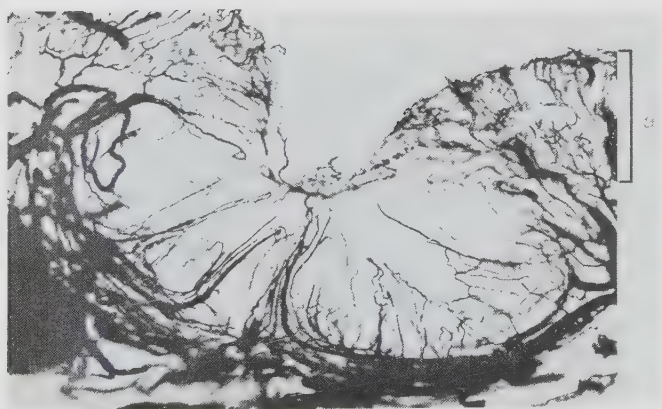
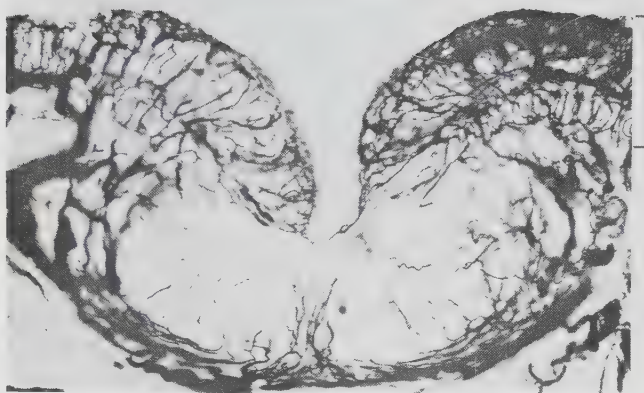


Abb.6 und 7 Rektum Hund, Transversalschnitt.
 Technik wie Abb.1. Unter der im oberen Bild-
 drittel gelegenen, in der Bildmitte kraterförmig
 eingezogenen Propria mucosae (a) liegt ein submu-
 köser Solitärfoollikel.
 Vergrößerung 41-fach.

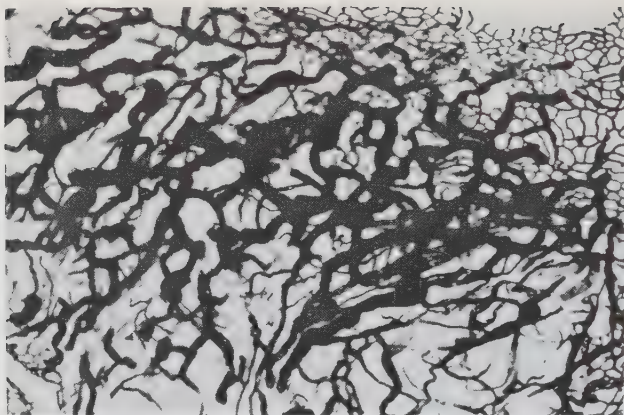


Abb.8 Zona columnaris Hund. Aufhellungspräparat, Tuscheinjektion. Vernetzte Venülen und Venen einer Columna analis in Aufsicht. Die Oberflächenkapillaren (obere rechte Bildecke) sind größtenteils abgetragen, um die Venülen und Venen sichtbar zu machen.
Vergrößerung 49-fach.



Abb.9 Übergang vom Rektum zur Zona columnaris Hund, Längsschnitt durch einen Sinus analis. Technik wie Abb.8. Rechts oben im Bereich der Schleimhaut der Zona columnaris etagenartig übereinanderliegende Venennetze unter den Oberflächenkapillaren. Die Sammelvene (Pfeil) liegt etwa auf der Höhe der hier nicht sichtbaren Muscularis mucosae.
Vergrößerung 41-fach.

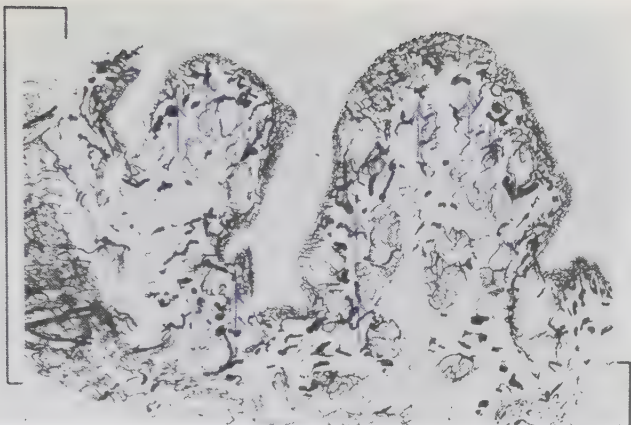


Abb.10 Zona columnaris Hund, Transversal-Schnitt. Technik wie Abb.8. In der Bildmitte ein Sinus analis zwischen zwei großen Columnae anales. Im gefäßarmen Zentrum der rechten Columna analis sind die ovalen, gefäßumspinnenden Proktodäaldrüsenkomplexe besonders deutlich. Die Pfeile zeigen auf die Querschnitte der größeren längs verlaufenden Arterien, die etwa auf der Höhe der Muscularis mucosae liegen. Vergrößerung ca. 11-fach.



Abb.11 Zona columnaris Hund. Querschnitt durch den seitlichen Bereich einer Columna analis. Technik wie Abb.8. Dicht über der Muscularis mucosae (a) liegen Venen, die den etagenartig übereinanderliegenden Netzen angehören, darüber Venülen und Kapillaren. Arteriolen sind hier nicht deutlich sichtbar. Rechts unten eine Proktodäaldrüse. Vergrößerung 41-fach.

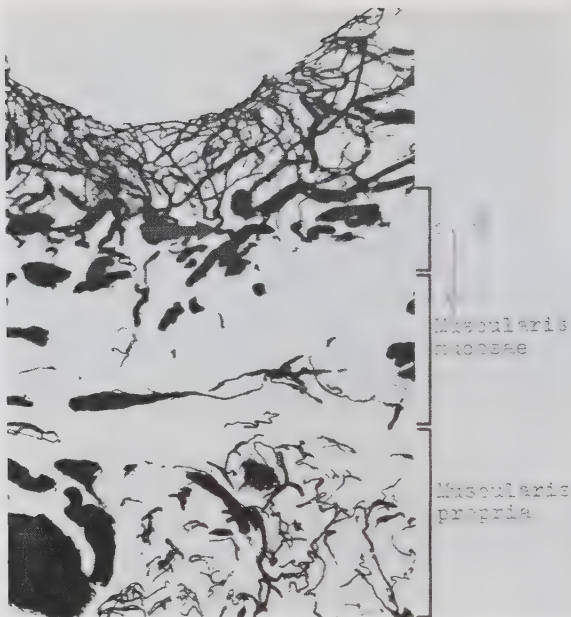


Abb.12 Zona columnaris Hund. Querschnitt durch einen Sinus analis. Technik wie Abb.8. Die Submukosa (a) weist hier im Gegensatz zum Rektum nur wenig Gefäße auf. Der Pfeil zeigt auf eine sich bäumchenartig aufzweigende Arteriole. Vergrößerung 41-fach.



Abb.13 Zona columnaris Hund. Technik wie Abb.1. Sagittal halbierter Solitärfolikel an der Grenze zur Zona intermedia. Die Venen unter dem Oberflächengekapillarnetz verlaufen bogenförmig. Vergrößerung 39-fach.



Abb.14 Übergang von der Zona intermedia zur Zona cutanea interna Hund. Technik wie Abb.1. Aufsicht. Unter dem entfernten Epithel gehen von links Venennetze in die Zona cutanea interna (rechts) über. Die Linea arcutanea fällt hier durch ihren Gefäßreichtum auf. Beginn der spärlichen Behaarung der Zona cutanea interna unmittelbar an der Grenze (oben rechts). Vergrößerung 41-fach.



Abb.15 Zona cutanea interna Hund, Aufsicht. Technik wie Abb.8. Unter den Oberflächekapillaren liegen starke Venen. Vergrößerung 41-fach.

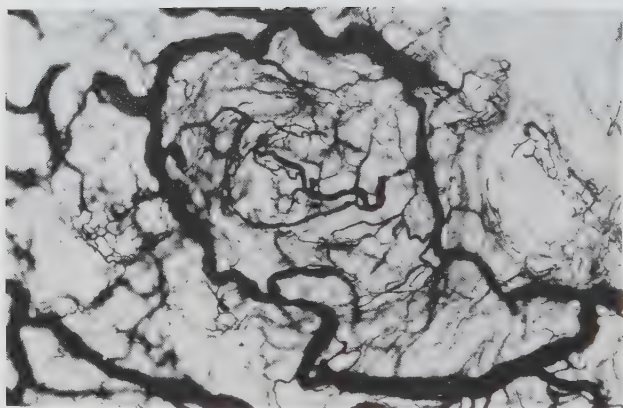


Abb.16 Zona cutanea Hund , Aufsicht. Technik wie Abb.8. Die unter den hier unvollkommen injizierten Oberflächenkapillaren liegenden Venen umgeben als großmaschiges Netz die Haarbalg- und Drüsenmündungen. Etwa auf der Grenze zwischen oberer und unterer Bildhälfte sind drei Haare erkennbar.
Vergrößerung 41-fach.

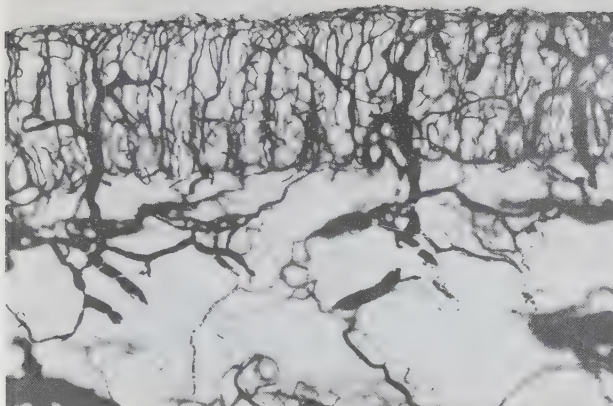


Abb.17 Rektum Schwein, Längsschnitt. Technik wie Abb.8. Im oberen Bilddrittel die Propria mucosae, darunter die Submukosa. Dicht unter der Muscularis mucosae (a) liegen Anteile des arteriellen Netzwerkes. Links der Bildmitte wird die Muscularis mucosae von drei Arteriolen durchbrochen, rechts und links davon je eine weitlumige Venüle, die aus dem Venülnetz des Rektums hervorgehen. Vergrößerung 46-fach.

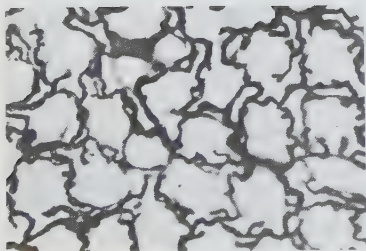


Abb.18 Rektum Schwein, Technik wie Abb.8. Aufsicht auf das Oberflächenkapillarnetz. Mikroskopische Vergrößerung 17-fach; fotografische Endvergrößerung 104-fach.

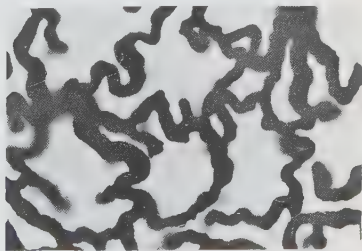


Abb.19 wie Abb.18, jedoch bei 117-facher mikroskopischer Vergrößerung; fotografische Endvergrößerung 150-fach.

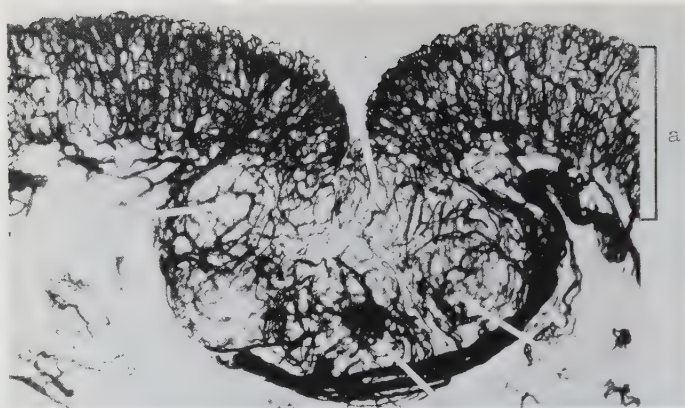


Abb.20 Rektum Schwein, Längsschnitt. Technik wie Abb.1. Unter der im oberen Bilddrittel gelegenen, kraterförmig eingezogenen Propria mucosae (a) liegt ein Folliculus lymphaticus aggregatus, der hier aus 5 einzelnen kleinen Follikeln besteht. Sie sind durch Pfeile gekennzeichnet. Vergrößerung 27-fach.



Abb.21 Zona columnaris Schwein, Längsschnitt. Technik wie Abb.8. Rechts oben ist das Oberflächenkapillarnetz in Aufsicht deutlich, links oben liegt ein Arteriolengeflecht unterhalb der Kapillarschlingen. Vergrößerung 39-fach.

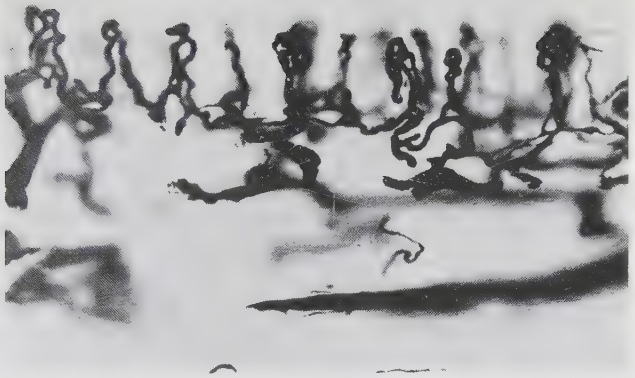


Abb.22 Zona columnaris Schwein, Längsschnitt. Technik wie Abb.8. Haarnadelförmig geschlängelte Kapillarschlingen in einer Papillenreihe. Vergrößerung 103-fach.

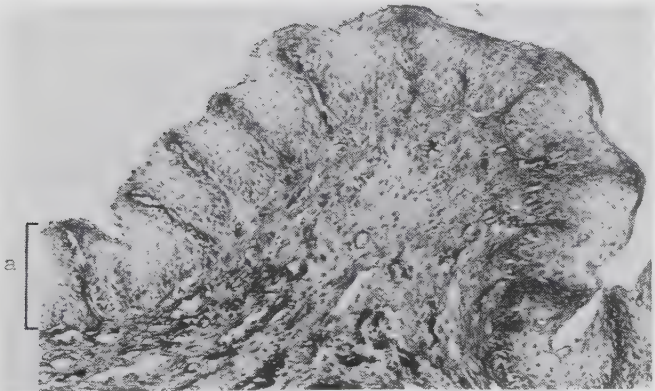


Abb.23 Zona columnaris Schwein, Längsschnitt. Paraffinschnitt, 10 μ m, Trichromfärbung. Die Bindegewbspapillen des Papillarkörpers sind fingerartig dünn und reichen weit ins Epithel (a) hinein. Vergrößerung 103-fach.



Abb.24 Zona columnaris Schwein, Transversalschnitt. Technik wie Abb.8. In der linken Bildhälfte eine quergeschnittene Hauptkolumne, rechts davon im Sinus analis einzelne Nebenkolumnen. In der Submukosa (a) liegen hier zwei große Proktodäaldrüsenkomplexe.
Vergrößerung 46-fach.

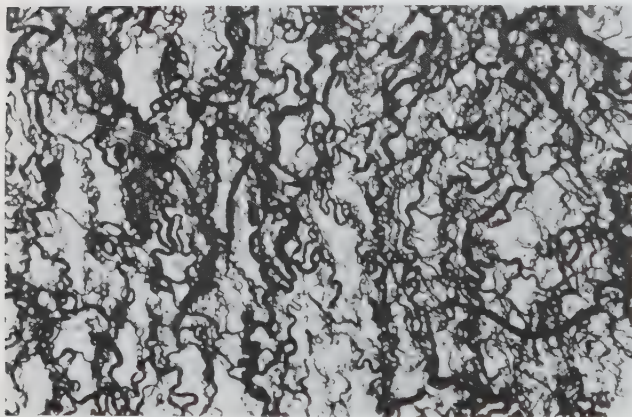


Abb.25 Zona intermedia Schwein, Aufsicht auf das Venüllennetz. Technik wie Abb.8. Die parallele Anordnung der hier entfernten Papillenreihen ist noch am Verlauf der Venülen erkennbar.
Vergrößerung 39-fach.

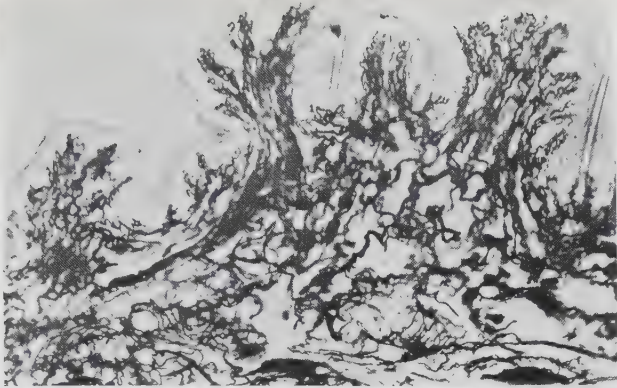


Abb.26 Zona cutanea interna Schwein, Längsschnitt. Technik wie Abb.8. Aus dem Oberflächenkapillarnetz gehen verschlungene Kapillarschlingen hervor. In der oberen Bildhälfte werden zwei Haarbälge, in der unteren Bildhälfte Drüsen von Kapillaren umspinnen. Der Pfeil markiert eine Vene des subkutanen Netzes.
Vergrößerung 41-fach.



Abb.27 Zona cutanea interna Schwein, Transversalschnitt. Technik wie Abb.8. Oberflächenkapillaren und komplizierte Kapillarschlingen, unten in der Mitte ein Haar.
Vergrößerung 103-fach.

Lebenslauf

Am 23.1.1944 wurde ich als zweites Kind des Nikolaus Alexander T i e d e m a n n und seiner Ehefrau Liselotte, geb. Sachter in Gardelegen/Altmark geboren und am 1. September 1950 in Berlin-Schöneberg in der Rückertschule eingeschult.

Im Herbst 1951 zogen wir nach Lichterfelde, und ich absolvierte an der 13. Grundschule das 2. bis 4. Grundschuljahr.

Am 1.4.1954 kam ich in die Lateinklasse der 14. Grundschule in Berlin-Steglitz, ab Ostern 1956 besuchte ich das Lilienthal-Gymnasium in Steglitz, wo ich am 25.2.1963 meine Schulzeit mit dem Abitur und Großem Latinum abschloß.

Seit dem 22. April 1963 bin ich an der Veterinärmedizinischen Fakultät der Freien Universität Berlin immatrikuliert, wo ich am 25.3.1968 das Staatsexamen der Veterinärmedizin ablegte.

